



题目：成都市二环高架区段交通流特性研究

小组成员： 王倩妮（2015112956）

黄志航（2015113037）

王文杰（2015112936）

JOSE ANDRADE（2015199001）

JOAO AGOSTINHO CHINGUI（2015199002）

JULIO PEDRO MANUEL（2015199003）

任课教师：杨达

2017年12月17日

目录

一、	研究背景及意义.....	1
二、	城市快速路交通流特性研究实例.....	2
三、	研究路线.....	3
四、	研究路段的选取.....	4
五、	数据采集与处理.....	5
	5.1 数据采集仪器工作原理.....	5
	5.2 原始数据的预处理.....	6
六、	交通流特性分析.....	9
	6.1 车速特性分析.....	9
	6.2 流量特性分析.....	12
	6.3 不同角度下的流量—速度关系特性分析.....	15
	6.3.1 30 天内流量—速度关系散点图.....	15
	6.3.2 工作日与非工作日的流量—速度关系散点图.....	18
	6.3.3 工作日高峰时段与平峰时段的流量—速度关系散点图.....	19
七、	结语.....	23
	参考文献.....	23

成都市二环高架区段交通流特性研究

摘要：本文选取了成都市二环高架较有代表性的三个区段进行了交通流特性研究，找出了车流在这三个区段上行驶的总体特点和周期规律，为之后交通资源的分配和建设以及车辆的引导等决策提供了基础依据。首先通过二环高架上的数据采集仪器收集了二环路西二段、西三段和南四段一个月内的车流信息数据，包括流量、速度以及时间占有率，其次对这些原始数据进行了预处理，利用预处理后的数据绘制出了流量和速度变化曲线以及流量—速度关系散点图。然后利用曲线图和散点图分别对流量的时变性、速度的时变性和流量与速度的关系特性进行了不同角度的分析。

关键词：成都二环高架 车速特性 流量特性 流量—速度关系特性

一、研究背景及意义

随着国民经济的快速发展，城市化进程的加快，有限的交通资源与市民高要求的交通需求之间的矛盾日益加剧，如何精准的建设交通设施和高效地分配有限的交通资源以满足最大的交通需求是目前城市交通研究的重点之一。而实现合理的交通设施建设和交通资源分配的前提是熟悉道路交通的特性，因此在交通特性方面的研究是解决交通设施建设浪费和交通资源分配不均问题的重要工作之一。

成都市二环高架从 2013 年建成至今，每天都承载着庞大的交通量，达到了预期的效果。但随着成都市私家车保有量的逐渐上升，二环高架的利用率随之上升并开始产生过饱和状态的现象，在早晚高峰时段拥堵的路段较往年明显增加，且拥堵程度加重，二环高架所能提供的交通服务开始逐渐不能满足市民追求的高品质出行需求。

造成二环高架拥堵的原因不仅仅是因为车辆数量的增加，这涉及到整个交通网络。车辆引导力度不够、资源分配和设施设置位置的不合理、设施分布密度不够等都可能是造成其区段拥堵的原因。对二环高架典型路段的交通流特性的研究分析可以更好了解车辆运行的规律，为根据车辆运行状态调整资源分配提供了基础依据。

二、城市快速路交通流特性研究实例

在过去车辆数据主要来源于人工测量，此种观测方式得到的数据量少且质量低，难以满足交通流领域应用研究的需要。但近年来，越来越多的自动化交通信息采集设备被接连推出，例如环形线圈检测器、地磁检测器等等，因其能采集的数据量庞大，数据质量较高等特点，被广泛用于各大城市的交通流数据采集中，为国内开展相关的理论研究提供了基础条件。

目前上海市已对其南北高架、内环高架和延安高架路的交通流做了大量的数据采集和相关分析，例如利用上海高架路的线圈数据，研究得到南北、内环和延安三座高架路上的车流的“流密速”关系曲线，如图 2.1 所示，从中分析出的交通流特性可为交通领域的规划、调配、管理和研究提供理论依据。

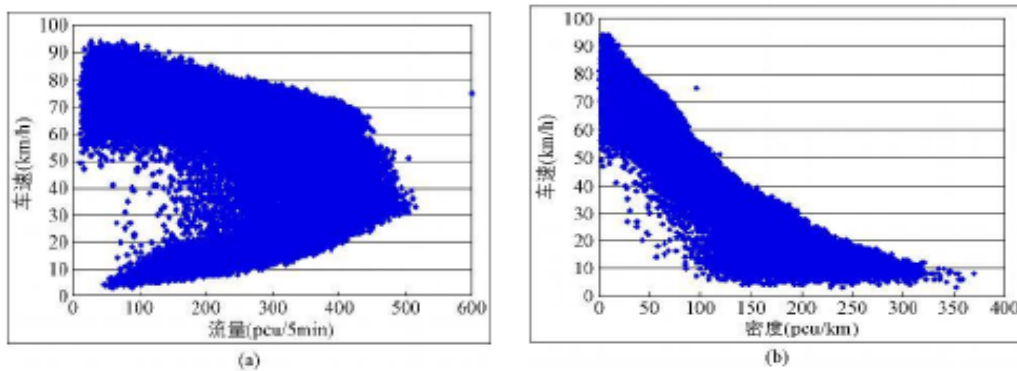
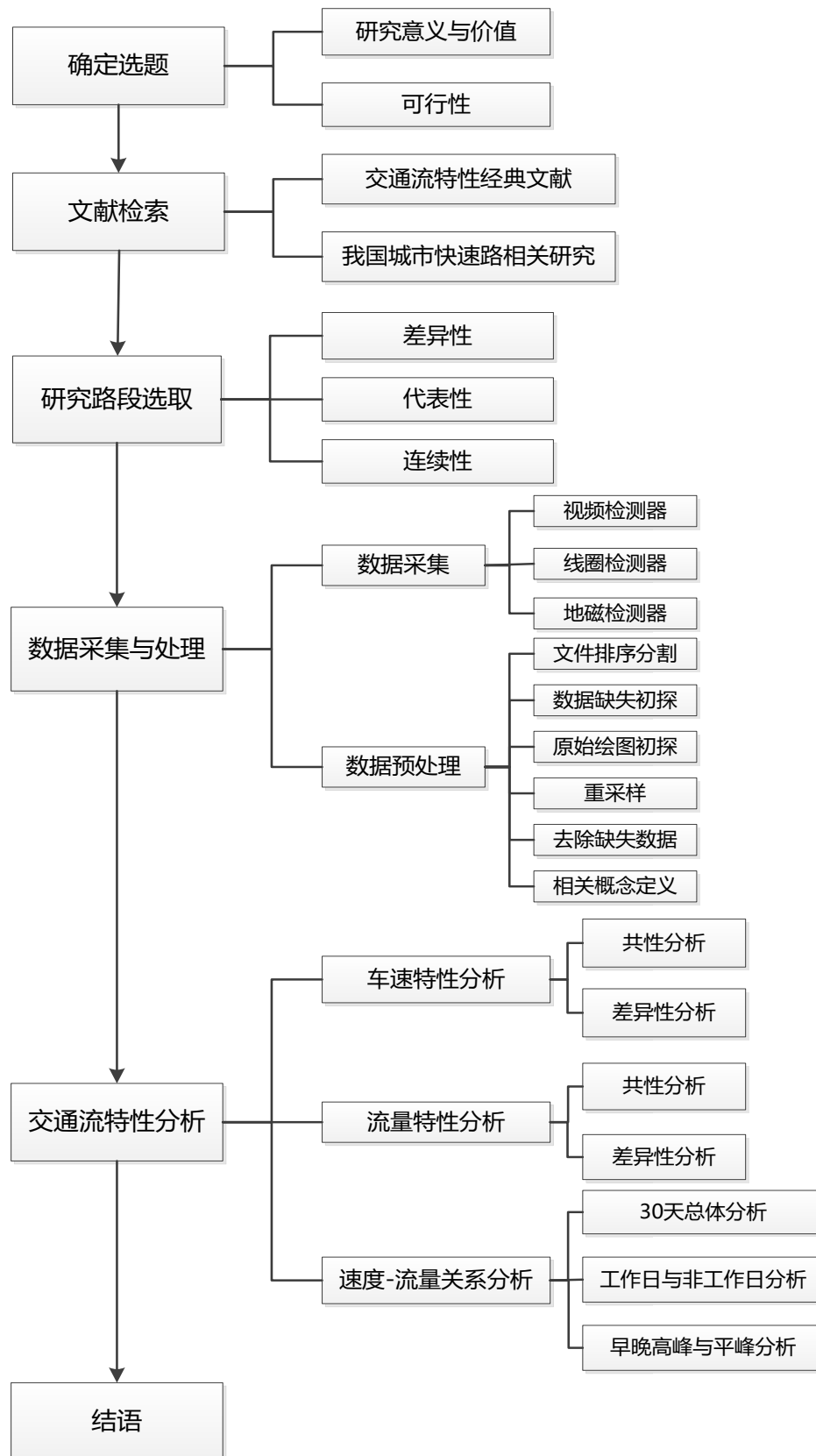


图 2.1 上海南北高架流量—速度和速度—密度关系散点图

上海市高架路主线上共铺设 308 个线圈组，一般每个车道都埋设 1 组线圈，每 20s 统计 1 次车流信息，并初步整理为每 5min 一组的车流信息，共约 1000 万条记录，经过最终的数据处理，得到有效记录约 60 万条，其中，南北高架路主线上单向三车道的基本路段的有效记录约 10 万条。

庞大的数据量为上海市研究其快速路上的交通特性提供了有力支撑，在这种支撑下上海市的交通得以快速发展。借鉴与对比上海市快速路交通流特性研究实例给本文的研究提供了一定的帮助。

三、研究路线



四、研究路段的选取

本文在进行研究路段的选取时，利用百度地图的实时路况图和交管局每天实时的路况信息播报，进行了一个星期的早晚高峰以及平峰时间段交通流分布情况的观察，最后选出较有代表性的三个区段，即二环路西三段，二环路西二段和二环路南四段的外环区段，如下图所示：



图 4.1 研究路段具体位置示意图

上述三个路段负载的交通量各不相同，其一天内交通流的状态变化也不同，通过交管局显示的实时路况信息，可知这三个路段的交通流状态在不同的时间段下区别较大，白天存在着自由流和近似阻塞流两种极端的交通流状态，因此在此类路段采集的数据能基本上覆盖交通运行状态的全部范围。

由于二环高架并不是封闭的快速路，其上存在着出入口匝道，一般在匝道口处的车流特性随机性较强，仅以目前收集的数据难以全面地分析快速路匝道口处的合分流以及交织流特征，因此本文选择的研究路段是远离出入口匝道的中间路段，其具体位置在入口匝道下游 200m 之下，出口匝道上游 200m 之上，如图 4.2 所示。

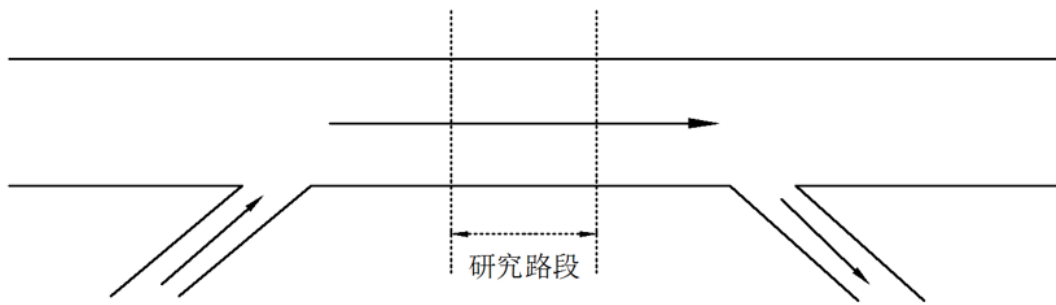


图 4.2 研究路段示意图

根据以上两个条件本文选择了二环高架西三段编号为 3013-722006、西二段编号为 3014-722054、南四段编号为 3013-722002 的监测点所收集的数据进行这三个区段交通流的特性研究。

五、数据采集与处理

5.1 数据采集仪器工作原理

常见的车辆数据采集仪器有视频车辆检测器、线圈车辆检测器和地磁车辆检测器，这三种检测器目前均被用于二环高架快速路上的车辆信息的收集。

视频车辆检测器由外场摄像机、数据传输设备和视频处理器构成，外场摄像将拍摄的断面交通图像经数据传输设备传送到视频处理器上并显示出来，再通过互动控制软件在交通图像上设置虚拟线圈和粗线条作为速度检查器和技术检测器，当车辆通过虚拟线圈和粗线条时，就会产生检测信号，经视频处理软件分析处理即可得车辆的多种数据信息。

线圈车辆检测器通常以一组 2 个感应线圈的形式埋设于同一车道的路基段，每组感应线圈与多通道车辆检测器相连，当车辆经过两个线圈时，线圈电感量将产生变化，这种突变的状态信号将会被传送至车辆检测器，由其进行采集和计算，得到车辆的多种数据信息。

地磁车辆检测器以其自身的铁磁物质影响车辆存在区域的地磁信号，使车辆存在区域的地球磁力线发生弯曲，当车辆到达传感器附近，传感器能够灵敏感知到信号的变化，经信号分析可得车辆的多种数据信息。

视频车辆检测器、线圈车辆检测器和地磁车辆检测器均能采集到车辆空间平均速度、各车道每分钟的流率以及每分钟的车辆时间占有率这三种原始数据。

5.2 原始数据的预处理

文件 1 为“成都二环高架快速路内外环 172 个不同检测器位置信息”数据，其中包括“序号”、“检测器编号”、“检测器位置”、“检测器经度”与“检测器纬度”5 个数据项。

文件 2 为“2015 年 4 月成都二环高架快速路全部检测器检测数据”，其中包括“检测器编号”、“检测时间”、“车道编号”、“流量”、“占有率”与“速度”6 个数据项。

其中文件 2 数据采集间隔为 1min，同一检测器可监控一个断面的 2-3 条车道，但因检测器自身的问题，收集到的数据存在着数据缺失与排序混乱的问题，因此需对原始数据进行预处理，步骤如下：

（一）按检测器编号进行数据分割

由于原始文件 2 中的数据排序混乱，为了能在后续操作中能快速地提取每个检测器内的数据信息，需先对文件 2 中的数据进行分割。选择文件 1 中“检测器编号”作为分割条件，并将其作为文件 2 分割后的命名格式。

（二）按车道编号、检测时间进行重排列

仅对文件 2 按检测器编号进行分割，并不能使分割出来的每组数据都按时间序列和车道序列的形式排序，数据还未达到理想的格式。因此，在分割的过程中，还需以“车道编号”为主要排序关键词，以“检测时间”为次要关键词进行排序，将排序后所得的数据表以“检测器编号”命名，并以 utf-8 编码法则存储为 csv 格式。

（三）数据缺失状况初探

如前文所述，选取编号为 3013-722006、3014-722054 和 3013-722002 三个检测器收集的数据，首先进行检测数据的读入。

其次，考虑到原始数据存在数据缺失的现象，需先可视化检测数据的缺失状况。经验证发现，检测器每条数据的 6 个数据项均完整，但存在以下两种数据缺失情况：

- 情况一：小间隔缺失——某些阶段数据间隔大于 1 分钟。
- 情况二：大段缺失——缺失整天数据或缺失某些天的某些时间段数据。

经计算若无数据缺失，则每个检测器检测到的每条车道的数据条数应为：

$$N = 30 \times 24 \times 60 = 43200(\text{条})$$

而实际得到的每个检测器检测到的每条车道的数据仅有 30000 条左右，在本阶段进行数据补全操作难度较大，因此，暂时不考虑数据缺失的问题。

（四）原始数据绘图初探

本文以探究成都二环高架快速路交通流特性为主要目的，因此需研究速度-

流量关系。针对所选检测器绘制速度流量关系图：

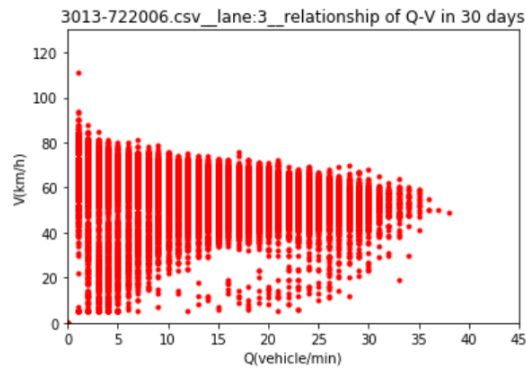


图 5.2.1 3013-722006 号检测器 4 月原始数据 Q-V 关系图

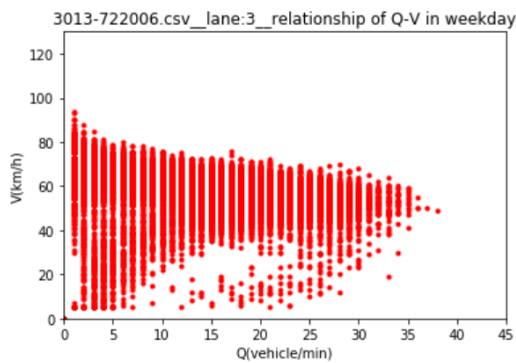


图 5.2.2 3013-722006 号检测器 4 月工作日原始数据 Q-V 关系图

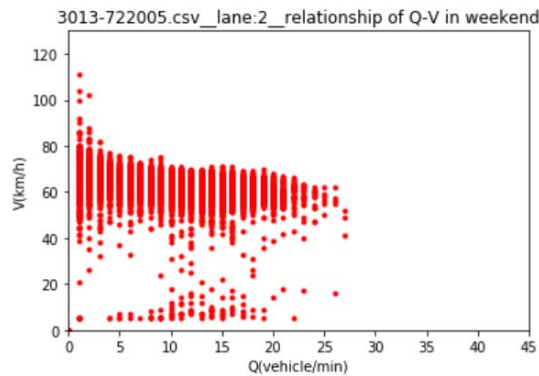


图 5.2.3 3013-722006 号检测器 4 月非工作日原始数据 Q-V 关系图

绘制一天中随时间变化，流量、速度的变化图。由于存在 1min 中内无车经过的情况，在此种情况下，1min 内的流量速度维持之前时刻流量速度值不为零时的数值。此种方式在一定程度上避免了数据的波动。

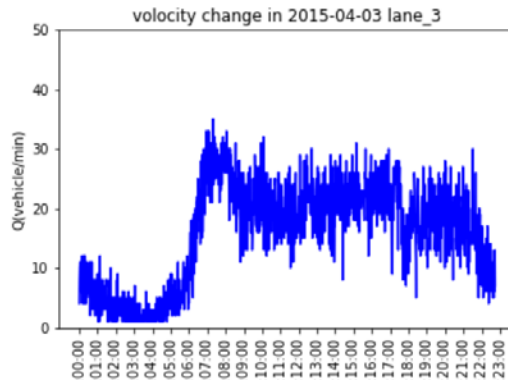


图 5.2.4 3013-722006 号检测器 2015-04-03 流量变化曲线

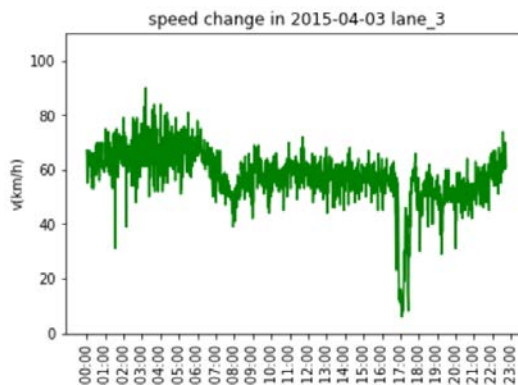


图 5.2.5 3013-722006 号检测器 2015-04-03 速度变化曲线

由 Q-V 关系图与流量变化曲线、速度变化曲线不难发现，以 1min 数据作为研究对象偶然性、波动性较大，且有大量重合数据点，不利于规律的发现。因此接下来，拟采用 5min 数据重采样的方式进行后续研究。

（五）数据重采样

对于每个检测器每条车道的原始数据，首先进行 5min 重采样处理。由于数据缺失状况一的存在，在重采样的过程中，流量、速度均采用 5min 内的平均值作为新值，以避免数据缺失对结果造成的影响。

（六）去除缺失数据

由于数据缺失状况二的存在，进行 5min 重采样后，数据表中会产生大量空值，且补全具有较大难度。为避免缺失数据对后续结果造成影响，需去除具有空值的数据，去除方式为“如有空值则删除整条”。

（七）工作日与非工作日

交通数据时间、空间分布特点突出，为把握成都二环高架快速路时间分布特点，在后续分析中会对每个监测器每条车道的数据进行时间划分。

- 工作日：无法定节假日的每周周一至周五。
- 非工作日：无法定节假日的每周周六、周日与法定节假日（2015-04 的清明假期）。

通过定义工作日集与非工作日集对每个监测器每条车道的数据进行划分，方便后续处理。

(八) 早高峰、平峰、晚高峰定义

为方便后续分析，需对工作日的高峰、平峰选取时间段进行定义。

- 早高峰时间：7:30-9:30
- 平峰时间：14:00-16:00
- 晚高峰时间：17:30-19:30

六、交通流特性分析

根据实测数据可生成速度—流量、速度—密度以及流量—密度散点图，但原始数据中车辆的时间占有率数据缺失和异常较严重，需要较长时间来进行数据清洗，因此本文主要分析的是不同时间段车辆的速度特性和流量特性以及速度—流量的关系特性。

速度—流量的关系一般可用于标定快速路的服务水平和衡量快速路的运行状况，近几年此关系模型的重要性也开始在交通流的研究中日渐突出。为了尽量消除匝道口汇入汇出流的影响，本文主要利用所选取的三个快速路外环区段的内侧车道，即靠近 BRT 公交线路的中间车道的车辆速度与流量数据，对三个路段外环的交通流进行了不同方面的特性分析。

6.1 车速特性分析

成都二环高架快速路主路段最高限速为 80km/h，特殊路段存在不同限速，匝道限速低于主路段。

由于二环高架快速路总里程 28.3km，不同路段的交通流特性存在差异，接下来的分析中，首先针对所选的三个检测器分析共性特点，然后再分析个性差异。

如前所述，数据采用 5min 平均的重采样的方式进行预处理，在一定程度上降低了数据波动性与偶然性对结果造成的影响。速度的极值也因采用重采样的方式而下降。通过绘制、研究速度随一天 24h 时间推移的变化曲线，进行后续分析得到车速特性分析结论。

观察速度变化曲线，我们发现，在夜间 00:00-06:00 区段速度波动剧烈，此阶段数据方差值较大，这是由于二环高架在夜间交通流量较小，5min 内有车通过与无车通过对于速度值影响较大。而在这一时段速度的平均值高于一天中的其他时段，这说明夜间交通量小，交通流更偏向于自由流状态，驾驶员会按照限速要求以更接近限速的速度行驶，但这其中也仍有少数在自由流状态下按照自己意

愿的车速行驶，如超速或以较缓慢速度行驶的现象存在。

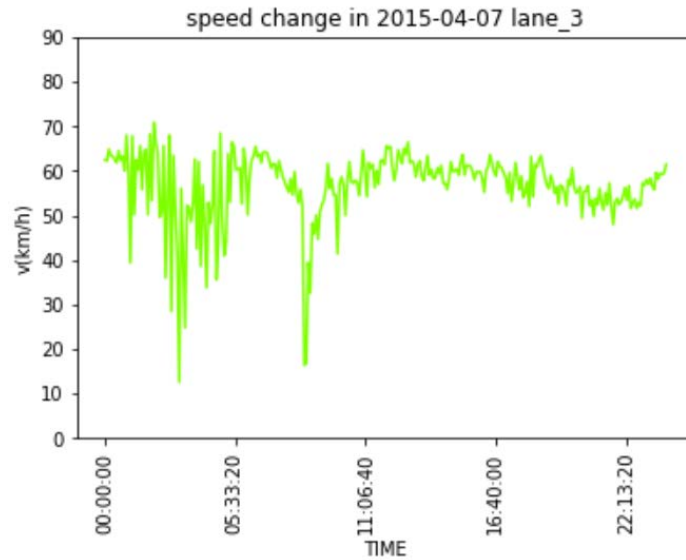


图 6.1.1 西三段较典型的速度变化曲线

与普遍规律一致，高峰阶段，二环路易出现拥堵现象，而由图像分析可知，二环路早高峰出现拥堵的频率（单位：次/月）高于晚高峰，即二环路在早高峰阶段更易发生拥堵现象。在早高峰阶段，观察速度变化曲线可知，此阶段速度的平均值较低，且在整体速度变化曲线中，存在下降后上升的“凹区域”，在一定程度上支持上述结论。上述现象出现的原因为，早晨出行时间范围较为小，出行较为密集。而晚间出行时间范围较大，出行较早高峰稀疏，因此晚间出现拥堵的频率低于早晨。

其余阶段，速度偶有剧烈变化，但总体保持稳定，且平均值较高，说明二环路整体运行稳定。但不乏部分易拥堵路段的速度特性存在差异性，因此接下来将针对不同路段进行进一步的差异性分析。由于此部分图片较多，因此图片详见附件部分。

● 3013-722006 号检测器——二环路西三段

绘制 2015 年 4 月 3013-722002 号检测器检测的内侧车道速度随时间变化曲线，观察速度变化曲线可知，此检测器检测到的速度数据在非夜间时段，极少存在低速区间，速度波动幅度小，且维持在较高水平，低速区间出现后也能够尽快恢复至正常速度。可推测此处交通流处于较通畅状态。

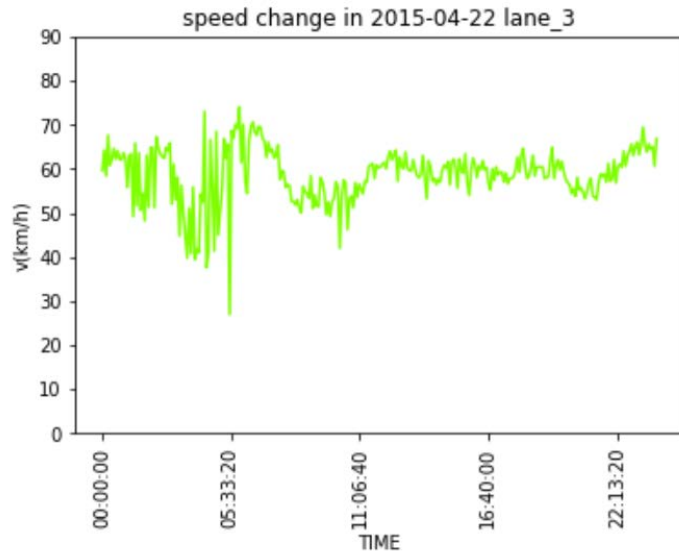


图 6.1.2 2015-04-22 3013-722006 号检测器速度变化曲线

● 3013-722002 号检测器——二环路南四段

绘制 2015 年 4 月 3013-722002 号检测器检测的内侧车道速度随时间变化曲线，观察速度变化曲线，可知与西三段相比，此路段的车速具有较大的波动性，重采样后一天平均速度约为 40km/h，低于西三段。

进一步分析可知，南四段的车流在有效天数中 8:00-12:00 区段的速度处于较低水平的天数多于西三段，2015 年 4 月的 30 天数据中，有效数据天数为 18 天，其中出现在 8:00-12:00 间速度降至 15km/h 并在 $[(15-5)\text{km/h}, (15+5)\text{km/h}]$ 范围内波动现象的天数为 17 天，通过这一现象可知，南四段比西三段在早间时段发生拥堵的频率更高，南四段比西三段更易发生交通拥堵。

除早间阶段存在差异外，南四段的车流速度在晚间并未频繁出现低速区间，但速度波动幅度明显大于西三段的车流。

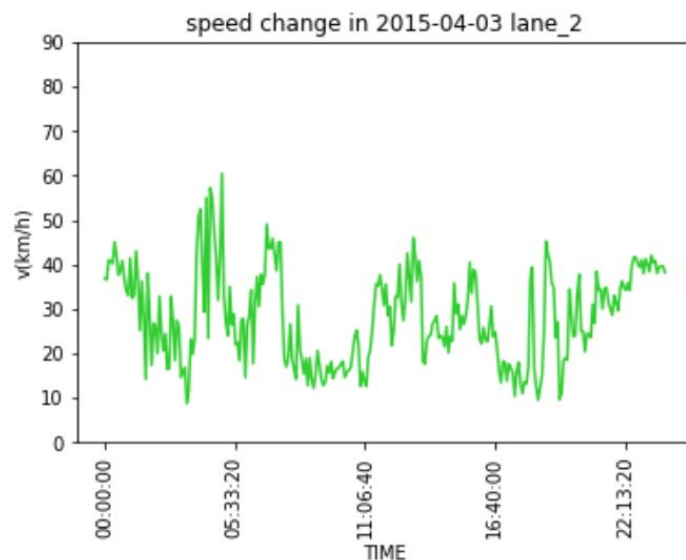


图 6.1.3 2015-04-03 3013-722002 号检测器速度变化曲线

● 3014-722054 号检测器——二环路西二段

绘制 2015 年 4 月 3014-722054 号检测器检测的内侧车道速度随时间变化曲线，观察速度变化曲线。可以发现西二段一天中的低速区间时长明显高于其它两个区段，且低速区间不仅限于早高峰、晚高峰时段，可推测西二段拥堵程度最高，属于二环高架的“拥堵点”。且拥堵发生时间不仅局限于早晚高峰，平峰时段也会有低速区间产生，说明此处可能存在交通设施布局、交通控制等其他问题，可针对此现象进一步提出解决对策。

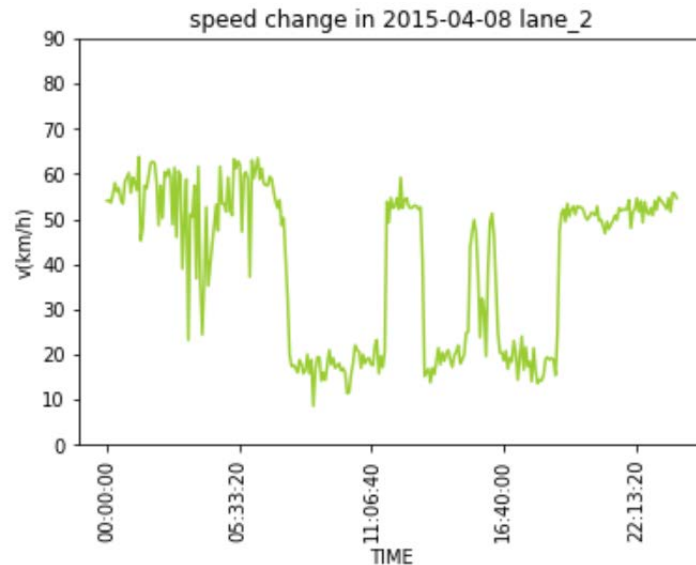


图 6.1.4 2015-04-08 3013-722054 号检测器速度变化曲线

表 6.1.1 检测器速度特性对比表

路段	检测器编号	早高峰低速 区间频率	晚高峰速度 波动幅度	晚高峰低速 区间频率	总低速区 间频率	拥堵 程度
西三段	3013-722006	中	低	低	低	低
南四段	3013-722002	高	中	低	中	中
西二段	3014-722054	高	低	高	高	高

6.2 流量特性分析

与速度特性分析同理，采用 5min 平均的重采样数据，在一定程度上降低了数据波动性与偶然性对结果造成的影响。绘制流量随时间的变化曲线。此时流量为单车道流量，单位为辆/min。

比较 3 个检测器 2015 年 4 月的 30 天中有效天流量变化曲线，可见成都二环高架快速路不同路段流量变化存在一定规律性的同时具有一定的差异性。因此仍先进行共性分析，而后分析不同路段流量的差异。

观察流量变化曲线发现——工作日期间，从 0:00 起流量由 12 辆/min 逐渐降低，至 3:00-4:00 期间降至最低，约 1 辆/min。而后流量逐渐上升，至 8:00-9:00 间达到最大，约 27 辆/min。之后，流量缓慢下降至 18 辆/min 左右后小范围波动至 16:40。由于路段的不同，流量在数值上存在一定差异，但趋势基本一致。

而 16:40-22:00 阶段，流量变化会呈现“双峰”趋势，且此阶段的速度稳定在较高水平，以此推测成都存在晚高峰“双高峰”现象，成都下班出行高峰可能集中于 17:30-18:00、20:30-21:00 两个时段。

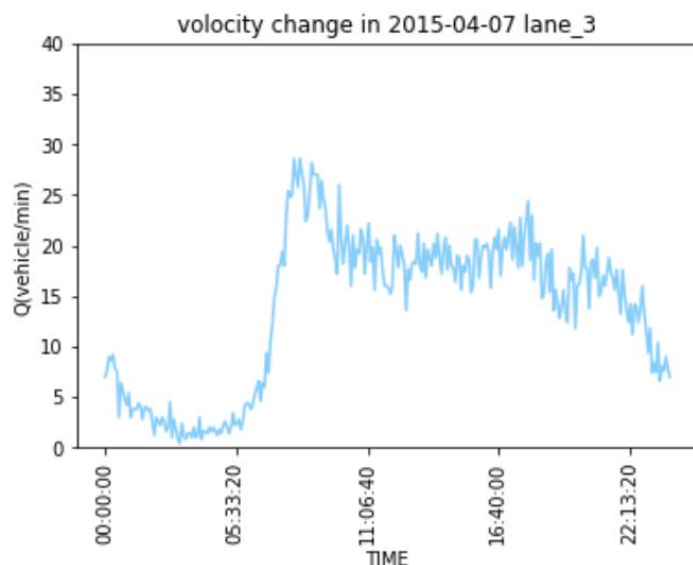


图 6.2.1 西三段较典型的流量变化曲线 2015-04-07 为星期二

22:00-24:00，流量继续下降至 10 辆/min。

而非工作日期间，趋势除早高峰外与工作日基本相同，如下图所示，非工作日期间早 8:00-9:00 未出现明显峰值，此结论与实际常理相符。

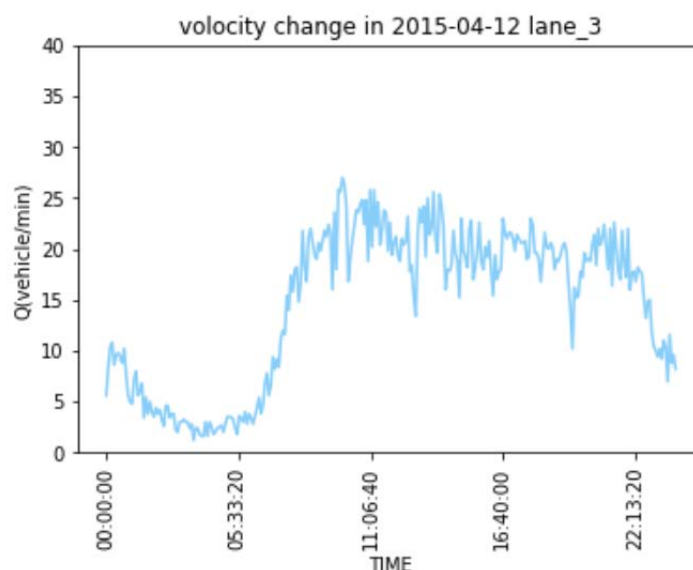


图 6.2.2 西三段较典型的流量变化曲线 2015-04-12 为星期日

- 3013-722006 号检测器——二环路西三段

绘制 2015 年 4 月 3013-722002 号检测器检测的内侧车道流量随时间变化曲线，流量变化趋势与前文叙述的总体趋势一致，此处不再赘述。相比其他两个检测器数据，此检测器在工作日早高峰尖峰“峰值”更为突出。

● 3013-722002 号检测器——二环路南四段

绘制 2015 年 4 月 3013-722002 号检测器检测的内侧车道流量随时间变化曲线，观察流量变化曲线可见，此检测器检测到的流量变化趋势与前文叙述的总体趋势大致一致，但数值有差异，即 0:00 起由流量为 15 辆/min，之后随时间推移，逐渐下降，至 4:00 左右降至最低值，而后逐渐上升至 25 辆/min 并波动，16:00-22:00 间有“双峰”现象出现。但对比其余两个检测器图像发现，此路段早高峰“峰值”并不明显，结合速度变化可知此阶段车辆速度较低，处于较为拥堵的状态，所以流量没有明显的提升。

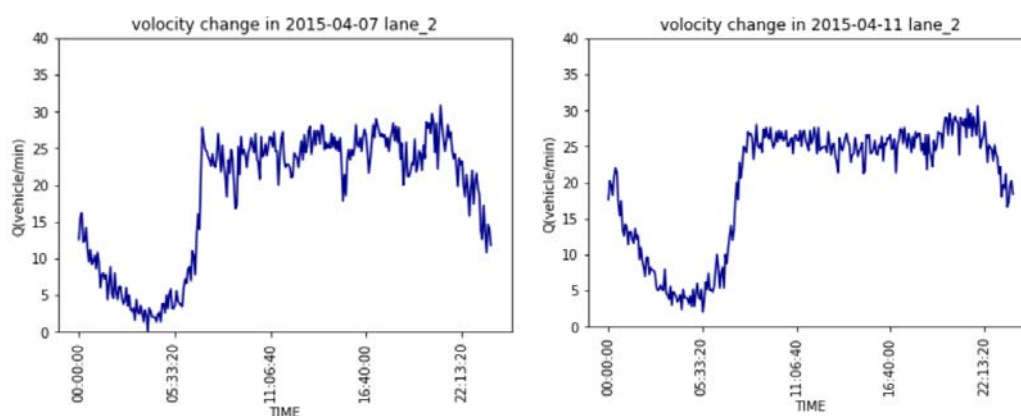


图 6.2.3 3013-722002 号检测器 2015-04-07(工作日)与 2015-04-11(非工作日)流量变化曲线

通过对比工作日与非工作日图像发现，此检测器检测数据在工作日与非工作日无明显差异。

● 3014-722054 号检测器——二环路西二段

绘制 2015 年 4 月 3014-722054 号检测器检测的内侧车道流量随时间变化曲线，观察流量变化曲线可见，流量变化趋势与前文叙述的总体趋势大致一致，但数值有差异，即 0:00 起由流量为 10 辆/min，而后逐渐下降，至 4:00 左右降至最低值，而后逐渐上升，偶有“峰值”存在，而后迅速下降至 20 辆/min 并波动。午后 11:30-16:30 平峰时段，流量仍持续波动，但平均值有所提高，约 23 辆/min，至晚间时段 16:30-22:00，流量稍有下降，并呈现“双峰”趋势。22:00 后流量继续下降。

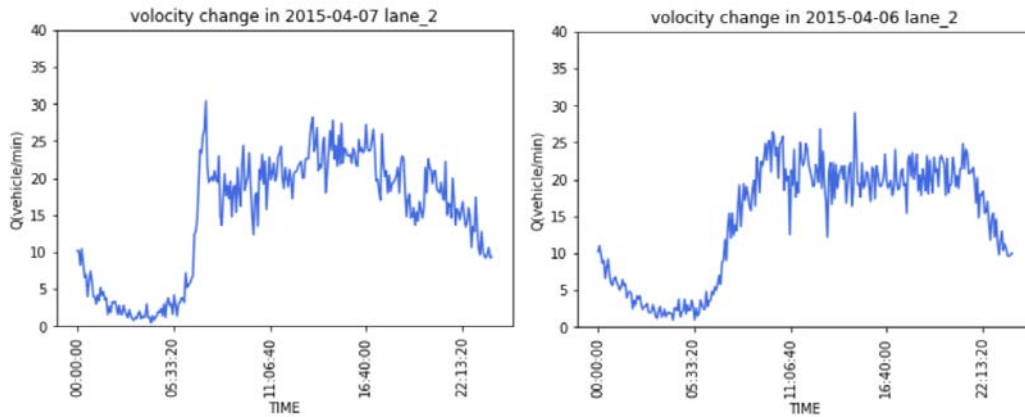


图 6.2.4 3014-722054 号检测器 2015-04-07(工作日)与 2015-04-06(清明假期)流量变化曲线
 通过对比工作日与非工作日图像可以发现，在早高峰时段“偶有‘峰值’存在”的现象在工作日更为明显，在工作日早高峰“尖峰”梯度较大。

6.3 不同角度下的流量—速度关系特性分析

6.3.1 30 天内流量—速度关系散点图

首先对三个路段的流量与速度关系做整体变化分析，找出三个路段交通流的共同特征。由三个监测点各自采集的 30 天数据分别得到二环路西三段，西二段和南四段的交通流流量—速度关系散点图，如下所示：

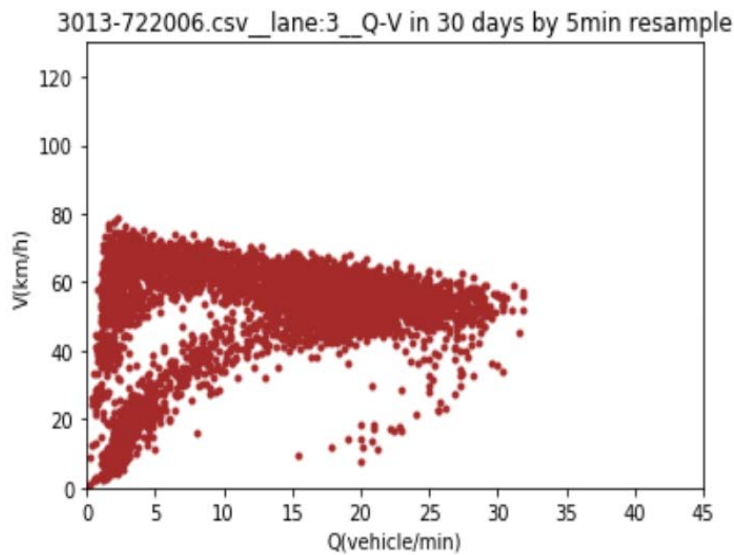


图 6.3.1.1 二环路西三段流量-速度关系散点图

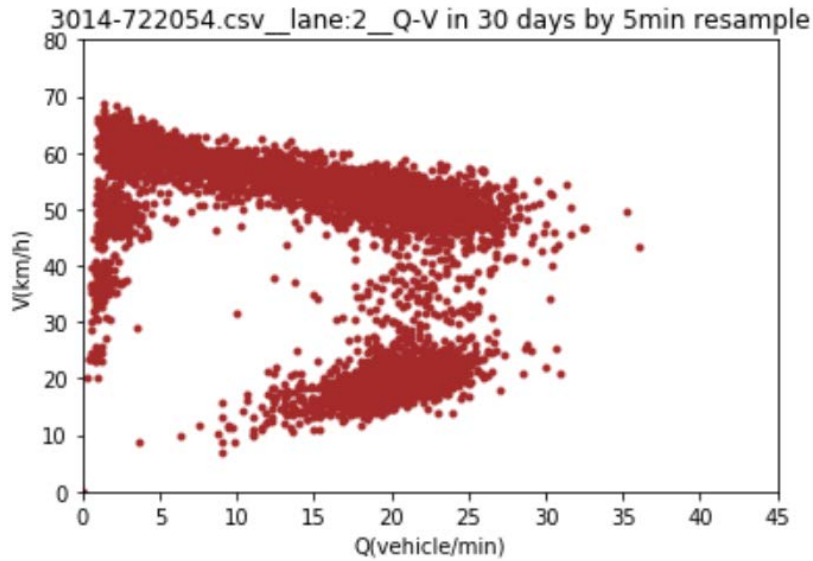


图 6.3.1.2 二环路西二段流量-速度关系散点图

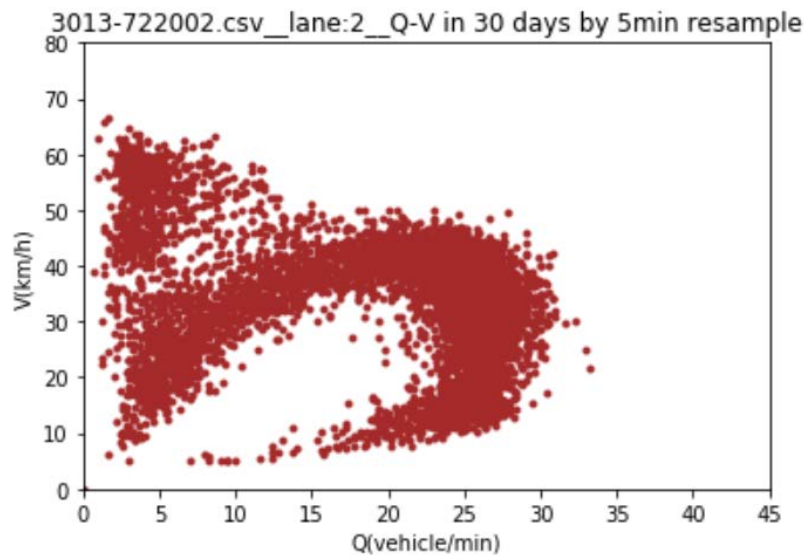


图 6.3.1.3 二环路南四段流量-速度关系散点图

从图中可定性地看出三个路段的流量—速度关系均大致符合 Greenshields、Pipes 和 Van Aerde 等模型对应的流量--速度基本图。在流量为 0-5 辆/min 且交通流为自由流时，三幅图的速度分布均较为离散，这是因为在自由流情况下，司机可根据自己的意愿控制车速，车辆机动性能的差异在此时表现出来。当流量接近道路通行能力时，车速的变化开始变得非常敏感，车速下降的梯度变大，其中南四段的车流在处于饱和流量状态附近时，车速变化较连续，非拥堵流和拥堵流均处在一个连续的偏锋线上，而西二段和西三段的车流在此种状态里车速的变化较跳跃，非拥堵流和拥堵流处在不连续的分支上。三个区段的车流的高峰流量均能达到道路通行能力。

按照标准格林希尔治的流量—速度模型，三个区段达到饱和流量时的速度应该均为 40km/h，即为设计速度的一半，但从上述三幅图中可知，三个区段的流

量达到饱和时对应的速度大约分别为 60km/h, 45km/h, 30km/h, 与理论值差异明显, 其他区段检测器收集的数据绘制出的流量—速度散点图也如此, 这说明实际的流量—速度关系图的上下分支并不对称, 对于某些路段以设计速度的一半来估计其临界速度误差较大。

下面根据三幅流量-速度散点图对三个路段进行单独分析, 找出路段车流各自的特征。

● 二环路西三段

首先从图 6.3.1.1 内散点的分布上看, 西三段的车流在这一个月多处于非拥堵流状态, 车流速度大部分时间保持在 40km/h 以上, 但拥堵流仍占一部分比重, 在流量低于 5 辆/min 时甚至形成了阻塞流, 整体上非拥堵流的散点所占比重要大于拥堵流散点所占比重, 这突出了西三段每日高峰与平峰时段车流的状态差异。其次是车辆的最高车速, 西三段的车流在低流量低密度时能达到设计速度 80km/h, 但交通流能处于这种状态的时段不多, 车流大多以 50km/h 至 70km/h 的速度行驶。西三段的交通流在平峰时段运行情况较好, 绝大部分时段都为非拥堵流, 车辆运行较通畅, 车道的利用率属中偏上等水平, 而在高峰时段易产生阻塞, 虽然阻塞的区间和时间并不长, 但因其靠近营门口立交, 阻塞产生的影响容易扩散。

● 二环路西二段

再从图 6.3.1.2 看二环路西二段, 从散点图分布情况可看出此段车流的状态主要分为三种, 即自由流, 和在饱和和流量附近波动的非拥堵流和拥堵流, 三种状态发生的次数比重相差不大, 结合 6.1 节和 6.2 节的分析可知, 西二段的自由流多在夜间产生, 在白天车流多以接近饱和和流量的状态行驶, 其波动性较大, 具体表现为拥堵流和非拥堵流随着时间不停地转换, 两者出现的时间比重相当, 高峰与平峰的交通流状态差异不大, 值得注意的是这种状态转换的时间较短, 可理解为交通波在此段路上的传播速度较快, 交通状态经常出现类似“骤变”的现象, 即非拥堵流可在短时间内变成拥堵流, 反之亦然。在车速方面, 车辆在低流量低密度的状态下最高行驶速度大约为 70km/h。即使西二段的车道占有率很高, 车流经常在饱和与过饱和状态之间来回转换, 但出现完全阻塞状态的时间段较少。总得来说, 西二段的车道利用率较高, 道路的服务水平偏低, 车流在白天里一直处于不稳定状态。

● 二环路南四段

再从图 6.3.1.3 看二环路南四段, 其图上的散点分布不集中, 低密度低流量和中密度高流量以及高密度低流量区域都有散点分布, 中密度高流量区域的散点多于其余两个区域, 说明南四段的车流达到饱和和流量状态的时间段居多, 结合 6.1 节和 6.2 节的分析可知车流出现阻塞状态的时间段多位于早晚高峰, 在平峰

时车流多处于非拥堵流和拥堵流之间的状态，即在这两种状态之间波动，波动幅度较大，但与西二段的的车流相比，南四段的拥堵流与非拥堵流之间的转换有明显的时间过渡，速度在 20km/h 到 40km/h 区间内均有散点分布，拥堵流与非拥堵流的转换时间较长，侧面说明了上下游的车流状态差异不是很大，交通波在此段路上的传播速度较低。再看车速方面，与西二段的情况类似，车辆处于自由流状态中时最高行驶速度只有接近 70km/h。南四段的车道占有率总体上属于中偏上等水平，道路服务水平属中等，车辆在其上运行的稳定性比西二段稍好，在多数时间里车辆处于非拥堵状态，车辆行驶情况好于西二段而劣于西三段。

6.3.2 工作日与非工作日的流量—速度关系散点图

不同城市的快速路上的交通流在工作日和非工作日的差异程度不同，其主要受城市规模，城市的主导产业，以及市民的生活方式等的影响。传统的观念认为非工作日的车流量应明显比工作日的车流量低，车辆运行应更通畅，拥堵流所占时段的比例应明显下降，但针对不同规模的城市，上述观念可能有所差异。因此本文针对成都市的二环高架，利用实测数据定性分析二环高架三个区段的车流在工作日和非工作日里的区别。

利用实测数据绘制出的三个路段的工作日与非工作日的流量—速度关系散点图如下所示：

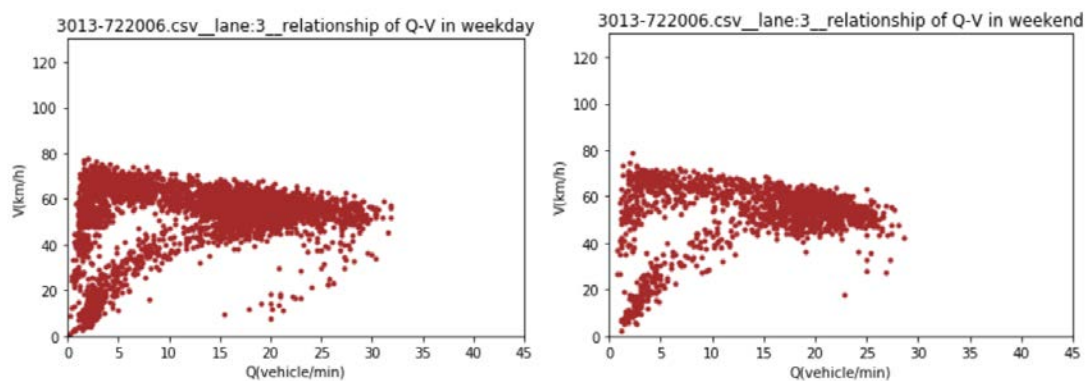


图 6.3.2.1 二环路西三段工作日（左）与非工作日（右）Q-V 图

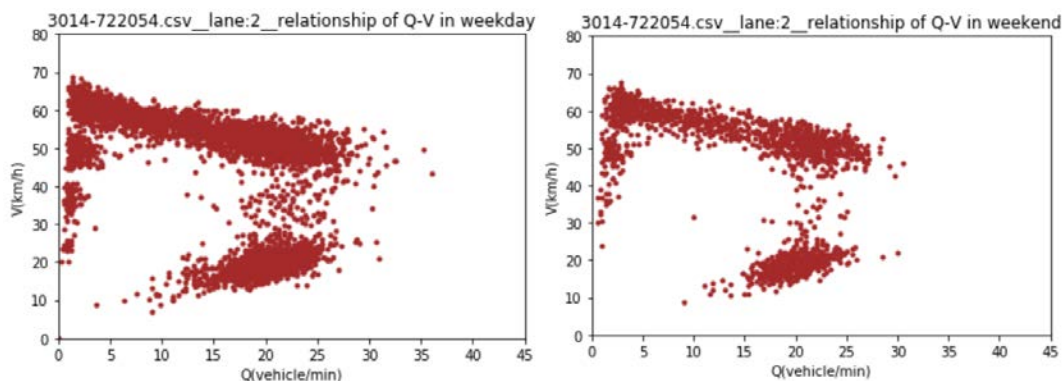


图 6.3.2.2 二环路西二段工作日（左）与非工作日（右）Q-V 图

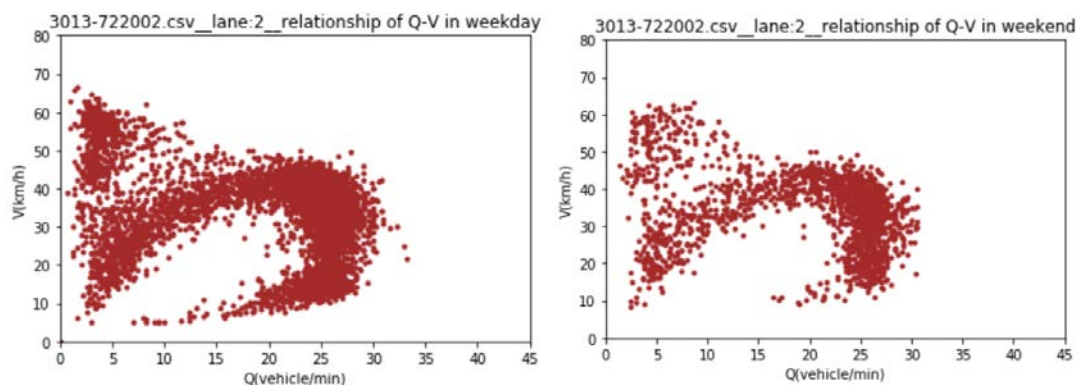


图 6.3.2.3 二环路南四段工作日（左）与非工作日（右）Q-V 图

因为非工作日的天数比工作日少，所以绘制出的非工作日 Q-V 图里的散点较工作日的少。从上述三组图中可以发现，三个路段的工作日与非工作日的流量—速度关系散点图的整体轮廓非常相似，且每幅图位于自由流区段、非拥堵流区段、拥堵流区段和阻塞流区段的散点数量比例大致相同，这说明西二段、西三段和南四段的车流在工作日和非工作日的区别不大，非工作日同样存在拥堵流和阻塞流，这两种交通流出现的时段所占比重并没有减小，这可能是非工作日不限号所导致的，此种措施使工作日和非工作日的车流量趋于相同。

从速度上看，非工作日的车流达到的最高速度比工作日的略低，这主要是司机的原因，周末或假期里赶时间的人相对较少，司机不用以逼近设计速度的车速行驶，此时驾驶的舒适感比车速更被人看重。

总得来说，所选取的成都市二环西二段，西三段和南四段的车流在工作日和非工作日里的特性差别不大，流量与速度的关系图大致相同，说明工作日和非工作日以私家车为出行方式的市民数量差别不大，侧面说明了限号措施实施的效果明显。

6.3.3 工作日高峰时段与平峰时段的流量—速度关系散点图

二环路每个区段内的车流在高峰与平峰时的流量差别不同，了解每个区段在不同时段的车流情况可以为交通引导提供依据。由 6.3.2 节的分析可知，三个路段的车流的整体特性在工作日与非工作日的差别较小，因此在研究所选路段一天内早晚高峰和平峰时段的车流特征时可选取两种性质的日子中的任意一个，本文选择工作日进行一天内不同时段车流的特性分析。

- 下面是二环路西三段的早晚高峰以及平峰时段的 Q-V 散点图。

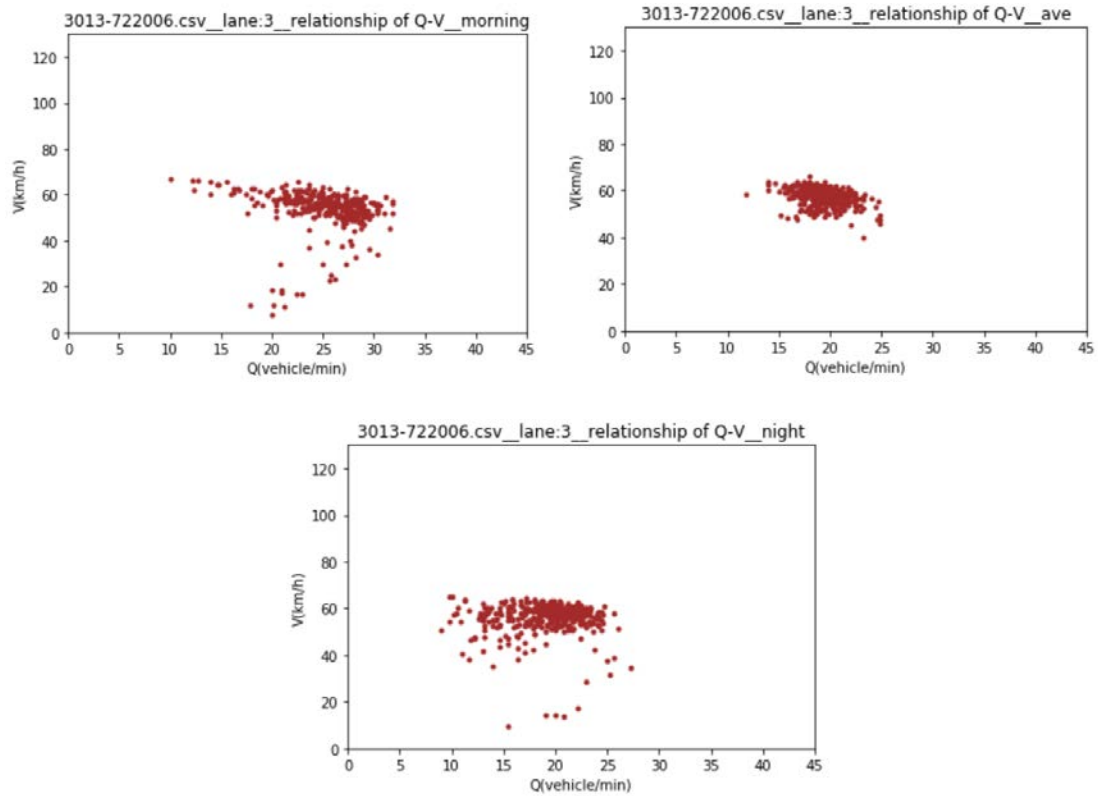


图 6.3.3.1 西三段工作日早高峰（左上）平峰（右上）晚高峰（下）Q-V 图

首先从早高峰散点图来看，车辆的运行速度大致保持在 60km/h 左右，偶有出现速度降至拥堵流车速的情况，流量最大时刚好达到道路的通行能力，早高峰的大部分时段车流都处在非拥堵流状态中。其次从平峰散点图上看，可以发现西三段的车流在平峰时段整体运行情况非常良好，速度保持在 60km/h 左右，最大流量并未达到 30 辆/min，基本没有非拥堵流出现，道路通行能力还有富余。再从晚高峰散点图上可以看出，这个时段的车流与早高峰的车流状态有所差别，一是晚高峰的散点图分布较早高峰的散，这说明晚高峰的车流状态更多，因为晚高峰的持续时间比早高峰的长，市民选择出行的时间没有早高峰那样集中，二是最大流量没有达到道路通行能力，因为晚高峰的时间被拉长后，单位时间内行驶在道路上的车流量有所减少，拥堵流出现的次数相对早高峰更少。总得来说，西三段无论是在车道利用率方面还是在道路服务水平方面情况均较为良好。

- 下面是二环路西二段的早晚高峰以及平峰时段的 Q-V 散点图。

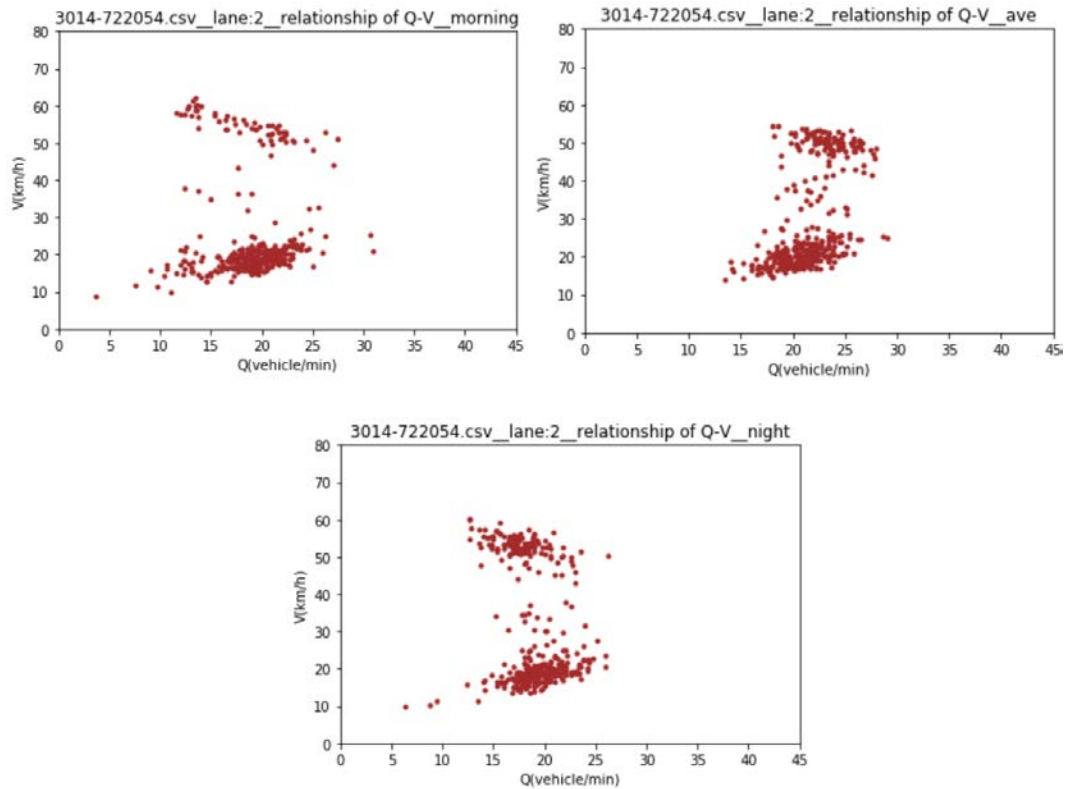


图 6.3.3.2 西二段工作日早高峰（左上）平峰（右上）晚高峰（下）Q-V 图

从早高峰散点图中根据散点密度可以发现拥堵流出现的次数明显比非拥堵流多，说明在早高峰时段此段道路基本上处于过饱和状态，而在 40km/h 以上出现少许散点分布主要是因为刚进入早高峰时段时流量还未完全上升，和早高峰尾段时车辆数有所下降，在早高峰中间时段的车流均处在拥堵流状态。当早高峰结束进入平峰时段时，从平峰散点图中可发现车流并未回归到非拥堵流状态，速度在 30km/h 以下的车流状态仍居多数，这与 6.3.1 节分析相匹配，即西二段的车流高峰与平峰的特性基本无差别，车流在平峰时仍呈现类似高峰时段的状态，但相对早高峰时段而言，平峰时段非拥堵流出现的次数相对更多，其车流只是介于拥堵和非拥堵流之间波动。当进入晚高峰时段时，西二段的车流状态并没有太大的变动，整体上与平峰时段的车流状态相似，偶有出现接近阻塞流的情况，但这种状况出现的次数明显少于早高峰时段。总体上西二段车流的运行状况较差，一天中从早高峰开始一直到晚高峰结束，这期间车流绝大部分时段都处于拥堵流状态，道路的服务水平较差。

- 下面是二环路南四段的早晚高峰以及平峰时段的 Q-V 散点图。

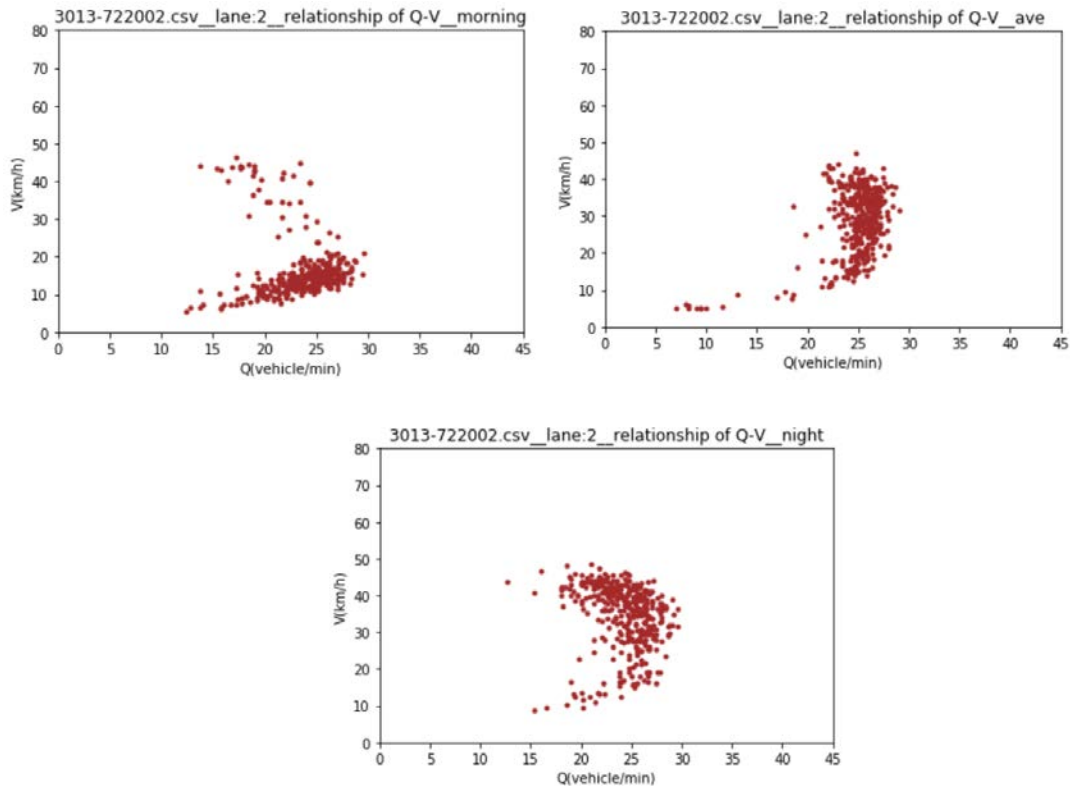


图 6.3.3.3 南四段工作日早高峰（左上）平峰（右上）晚高峰（下）Q-V 图

从早高峰散点图中可看出绝大部分散点都分布在拥堵流区域，车流速度分布在 10km/h 至 20km/h 左右，其散点分布与西二段早高峰的散点分布相似，在 40km/h 处也出现了少许散点分布，出现原因与西二段相同，整个早高峰时段车流都处于拥堵流状态中。当早高峰结束后，车流慢慢从拥堵流向非拥堵流过渡，最后形成平峰散点图所示的状态，即流量在接近道路通行能力附近波动，速度的差异较大，速度 20km/h 到 50km/h 之间均有散点分布，说明车流状态在平峰时段也有所波动，但与西二段不同的是，这些散点分布较为连续，不像西二段的散点分布较为跳跃，说明南四段的车流在平峰时段的状态波动不剧烈，拥堵状态与非拥堵状态的转换时间较长。当进入晚高峰时，车流并未出现同早高峰相似的拥堵流，偶有拥堵状态但持续的时间不长，大部分时间车流速度都在 30km/h 之上，状态与平峰时类似，即流量在饱和和流量附近波动，但从散点图中可看出晚高峰时段车流的状态较平峰更多，点分布较散，整体上看车流状态在平峰与晚高峰时段的区别并不明显。南四段的车流在经过一天中的早高峰时段后便在非拥堵和轻微拥堵的状态之间波动，考虑到早高峰时段出现的拥堵流，南四段的车流在一天中的整体运行状况属中等水平，道路服务水平属中等，流量经常在饱和与轻微过饱和之间波动，需合适的车辆引导措施以防此段道路从这种波动状态变成持久的过饱和状态。

七、 结语

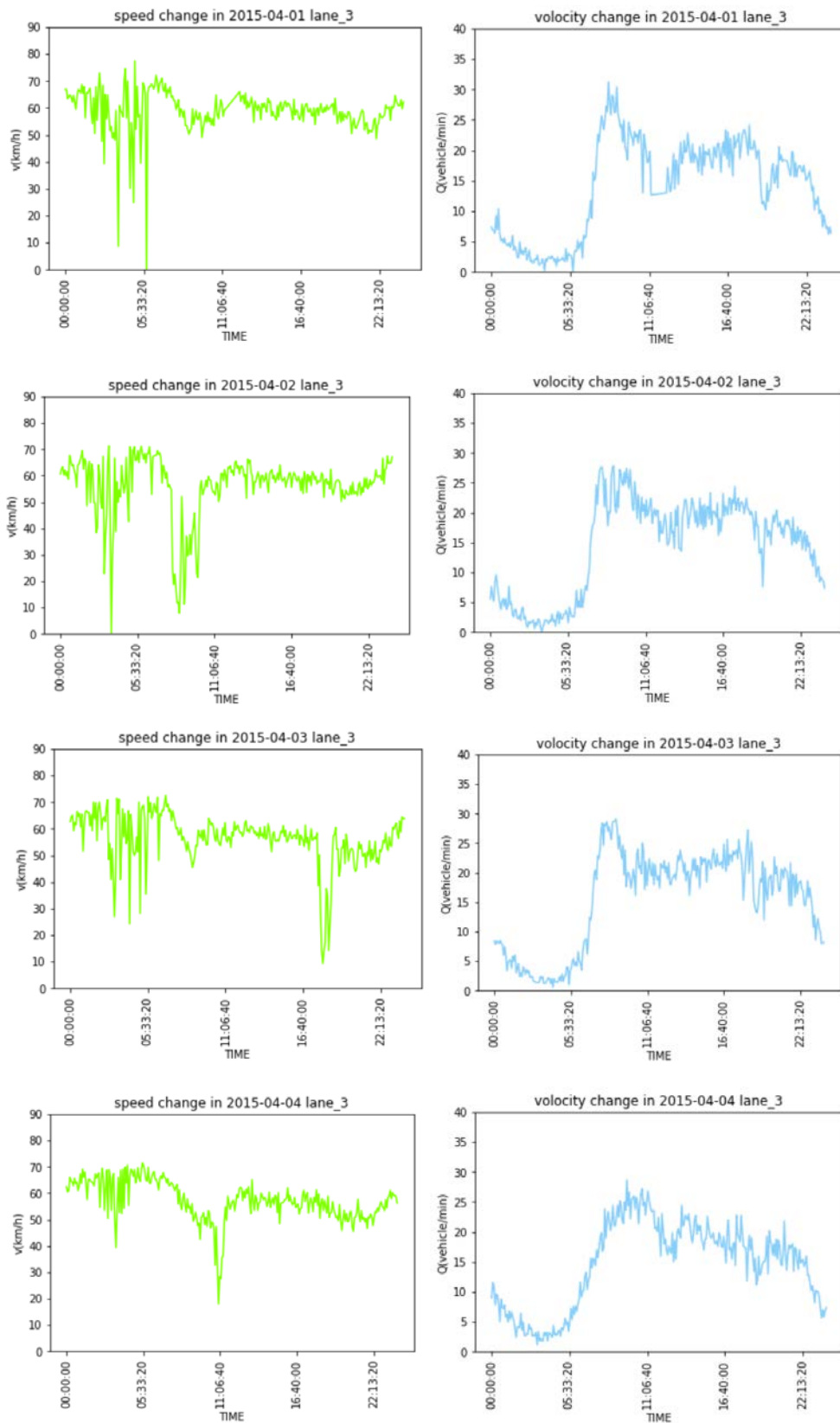
本文采用一个月内的车流数据进行分析,并不能完全描述二环路上的车流在一年中每个月的行驶状况,但对其车流的运行特点有了一个整体的了解,由于数据清洗的程度不够,本文没有利用时间占有率这一项数据,因此对车流运行状况的分析还不够全面。通过对流量和速度时变性的单独分析,以及从整体、工作日和非工作日对比以及高峰与平峰时段对比这三个角度对流量与速度关系特性的分析,将二环路西二段、西三段和南四段车流的内在运行规律突显出来,为进一步的研究提供了条件。

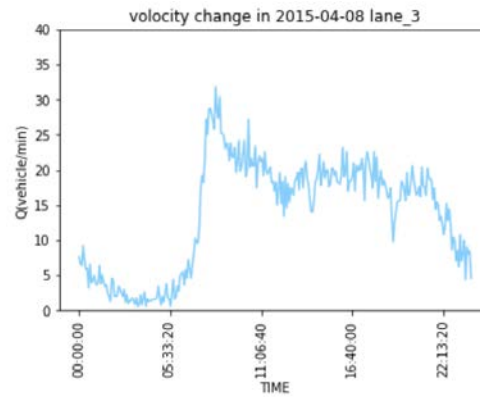
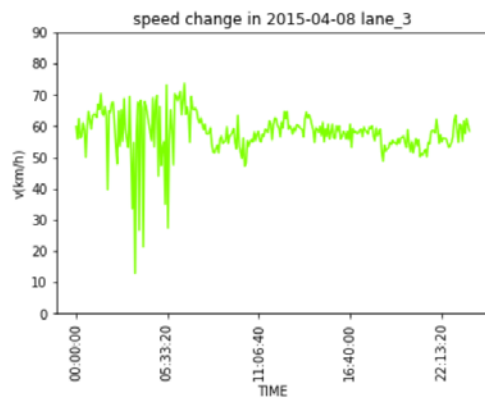
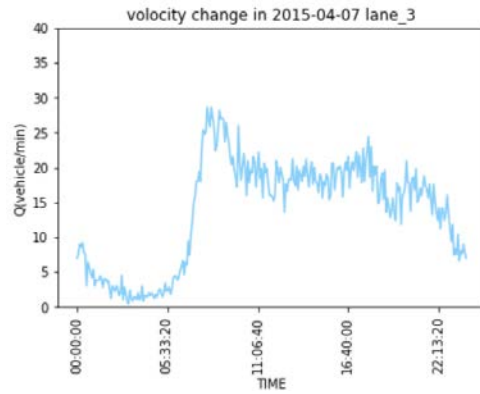
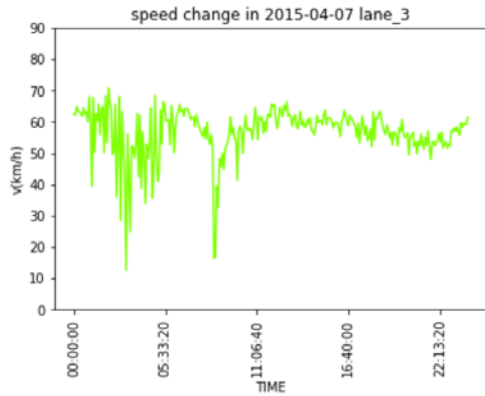
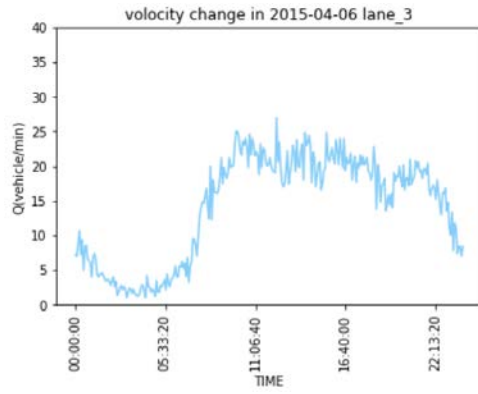
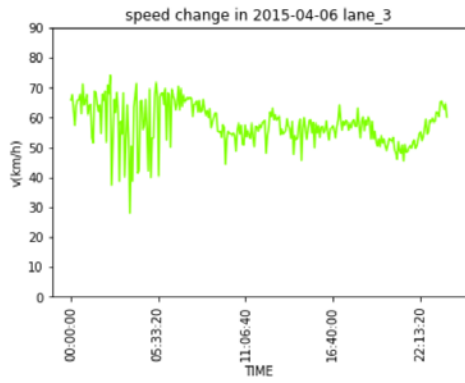
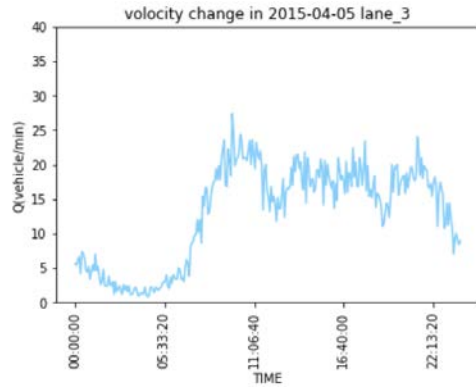
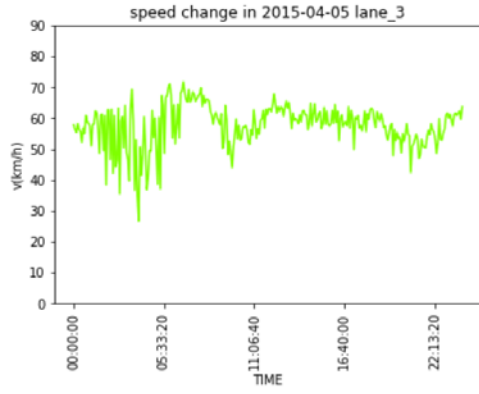
参考文献

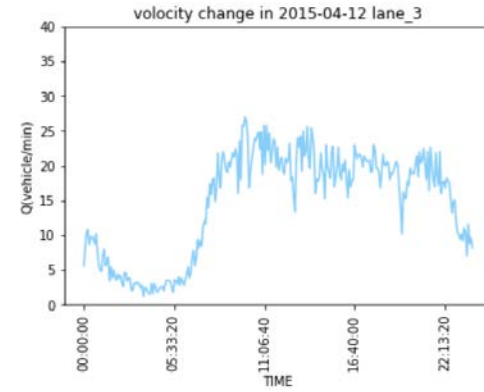
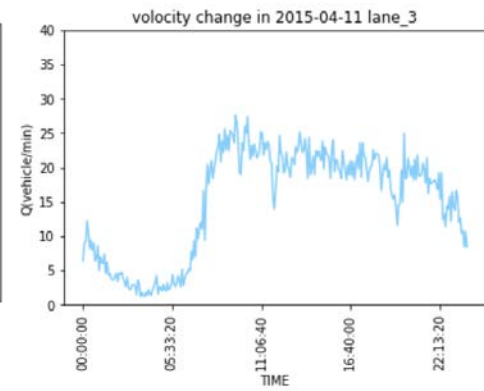
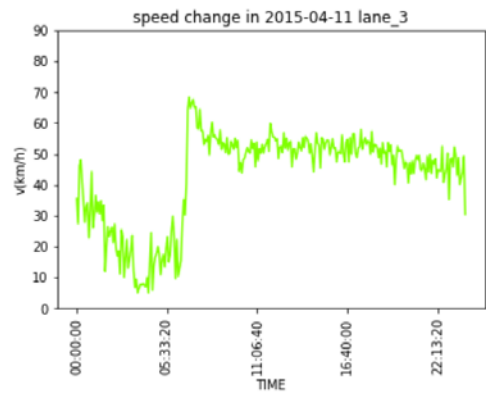
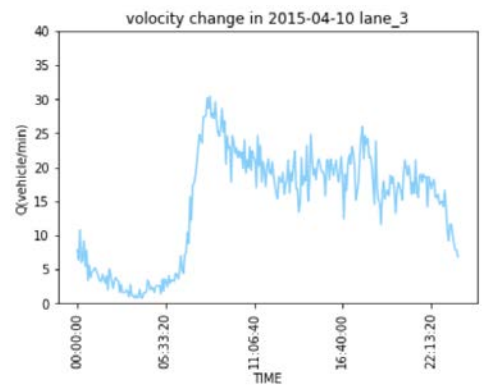
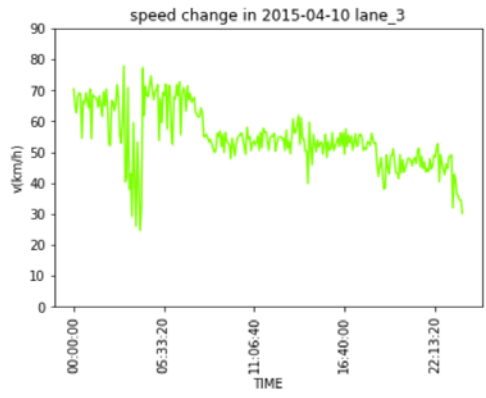
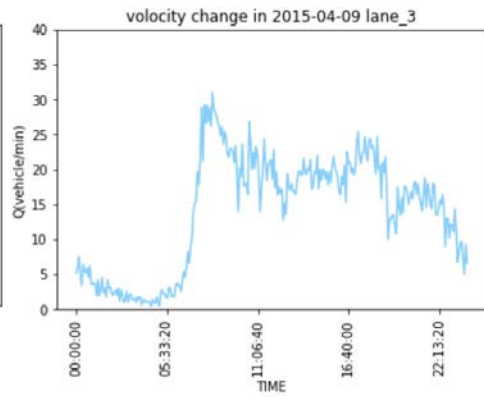
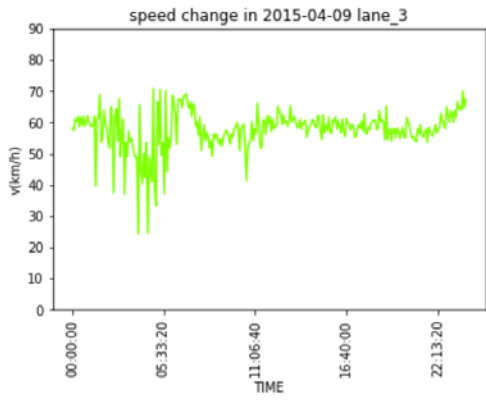
- [1]杨骁路,谷远利,邢珊珊,庄广新. 城市快速路交通流特性分析[J]. 山东科学,2016,29(03):71-80.
- [2]杨泳,户佐安,梁标. 城市快速路交通流特性分析[J]. 西华大学学报(自然科学版),2016,35(02):50-55+60.
- [3]周韬. 基于实测数据的城市快速路交通流特性研究[J]. 公路工程,2015,40(05):255-260.
- [4]戴美伟. 城市快速路交通流特性分析[D].浙江大学,2015.
- [5]李悦,陆化普,蔚欣欣. 城市快速路交通流特性分析[J]. 公路工程,2013,38(06):87-91.
- [6]董春娇,邵春福,诸葛承祥,李慧轩. 基于实测数据的快速路交通流参数模型[J]. 交通运输系统工程与信息,2013,13(03):46-52+59.
- [7]董春娇,邵春福,诸葛承祥,孟梦. 拥挤流状态下城市快速路交通流时空特性[J]. 北京工业大学学报,2012,38(08):1242-1246+1268.
- [8]董春娇,邵春福,马壮林,诸葛承祥,李阳阳. 阻塞流状态下城市快速路交通流时空特性[J]. 交通运输工程学报,2012,12(03):73-79.
- [9]秦楠. 面向出行者的出行诱导系统研究与设计[D].青岛大学,2011.
- [10]董志国. 上海高架道路车流特征研究[J]. 道路交通与安全,2009,9(03):34-38.
- [11]董斌. 城市快速路交通流时变特性研究[D].吉林大学,2006.
- [12]钟连德,荣建,周荣贵,张智勇. 快速路交通流中车速特性研究[J]. 公路,2004,(12):158-162.
- [13]诸葛敬敏. 城市快速道路交通流特性研究[D].北京工业大学,2000.

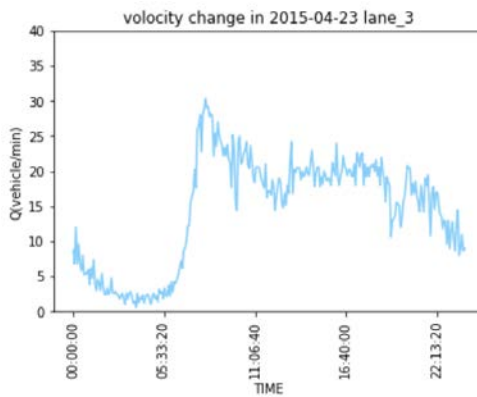
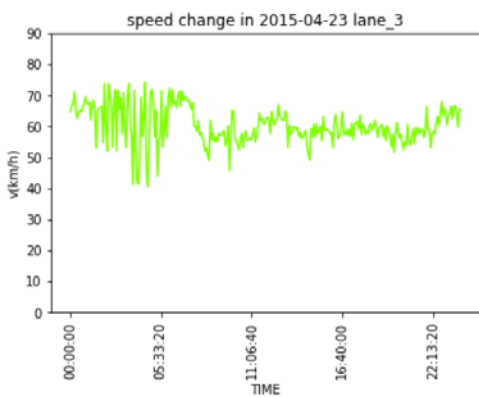
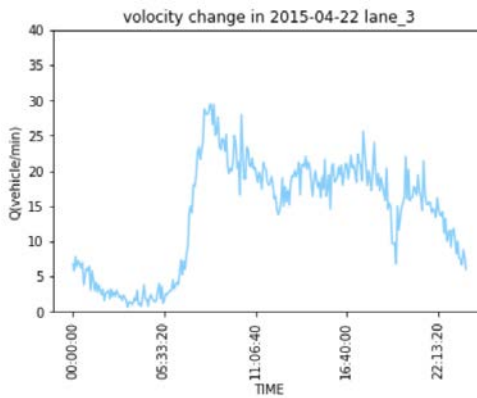
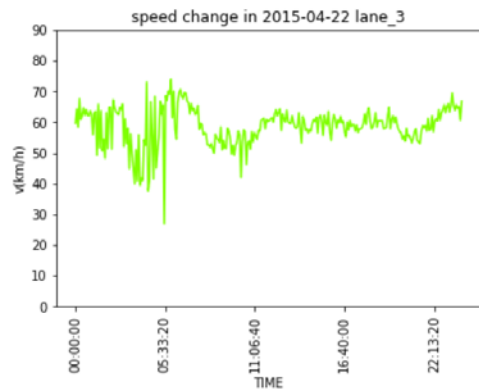
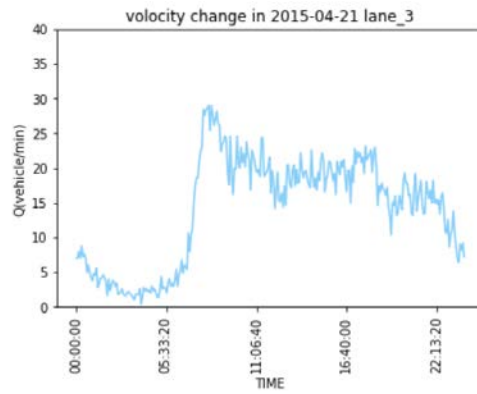
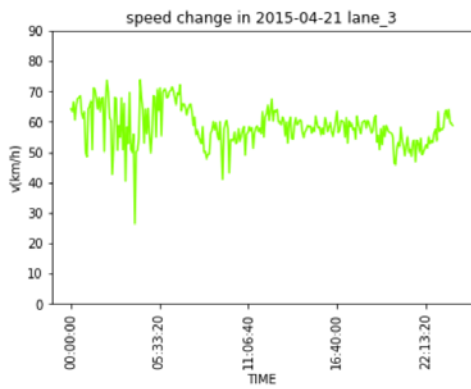
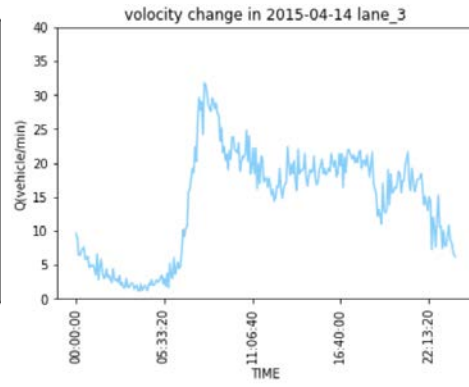
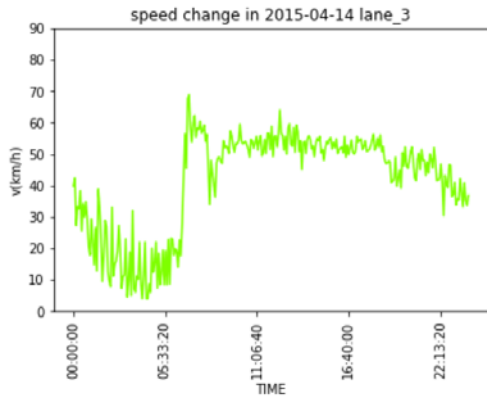
附录 1 3013-722006 速度、流量变化曲线

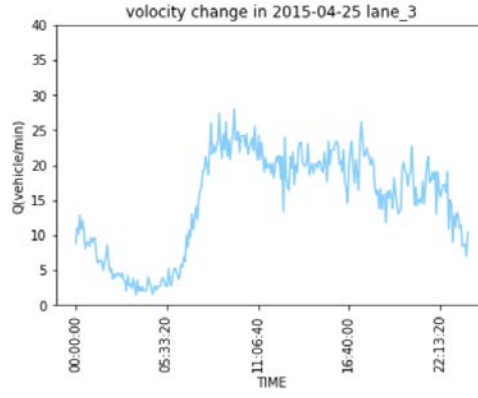
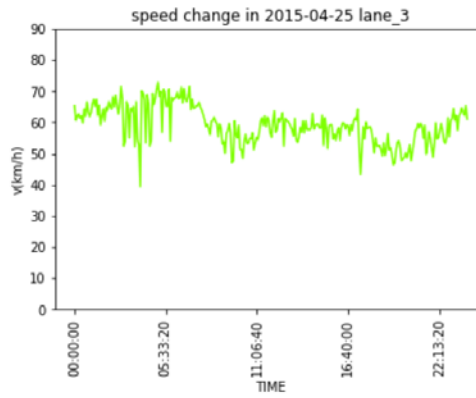
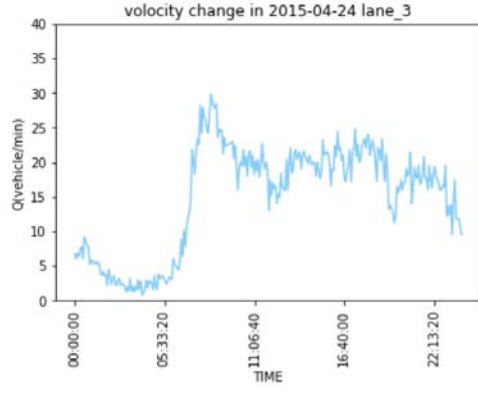
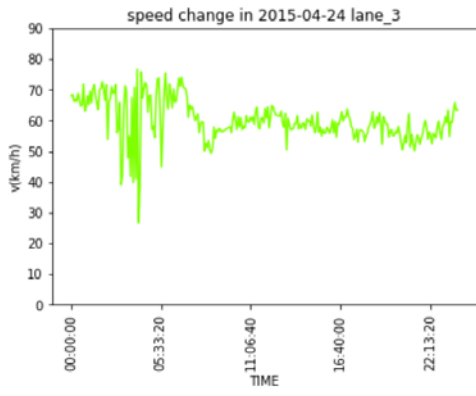
2015-04-13,15-20,26-30 存在数据缺失, 不再附图。



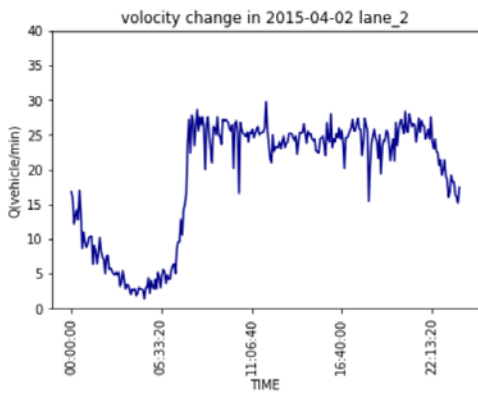
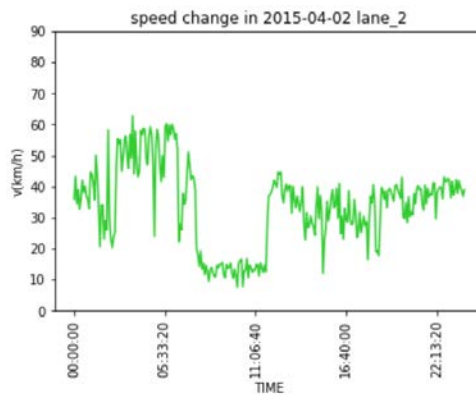
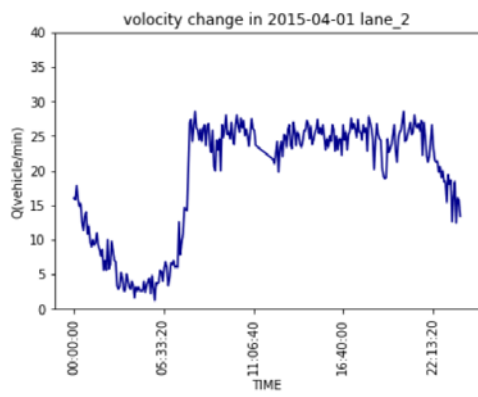
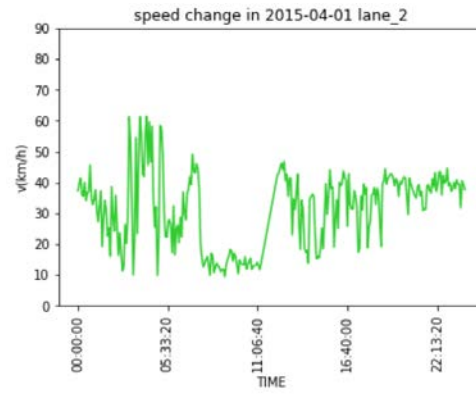


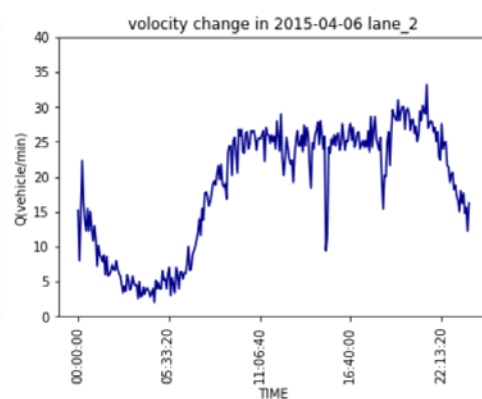
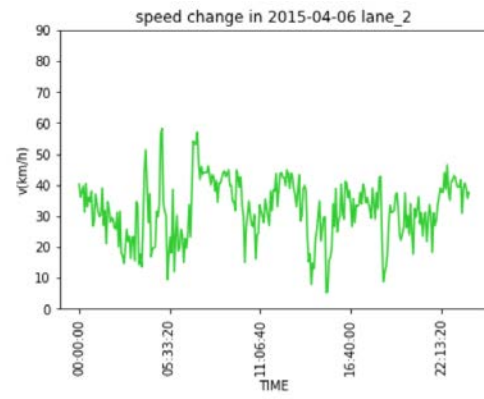
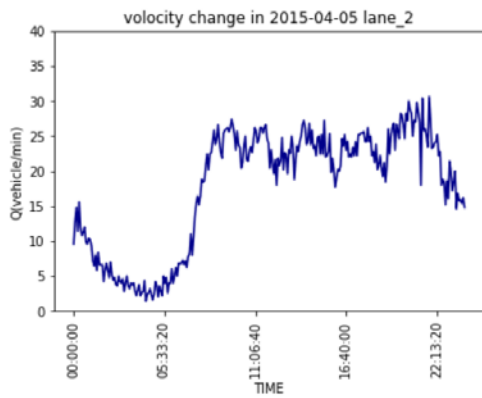
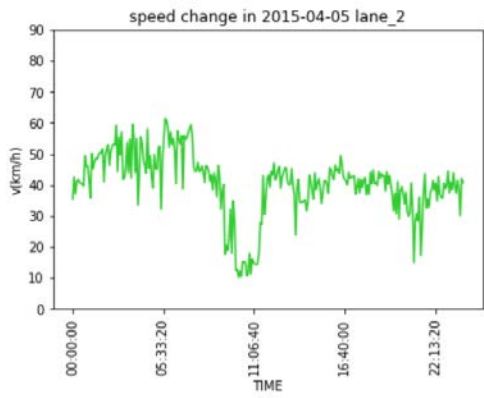
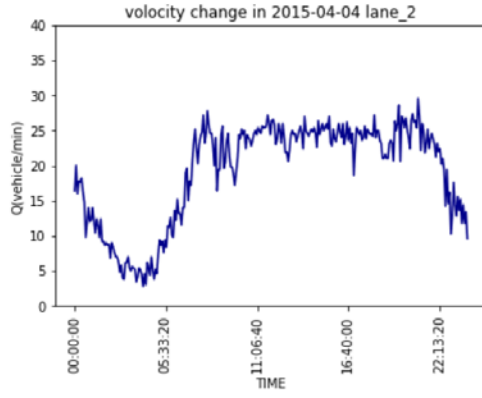
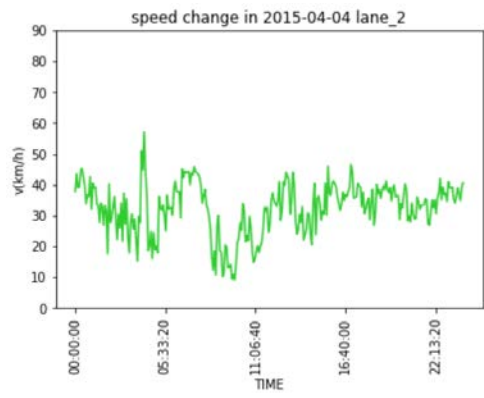
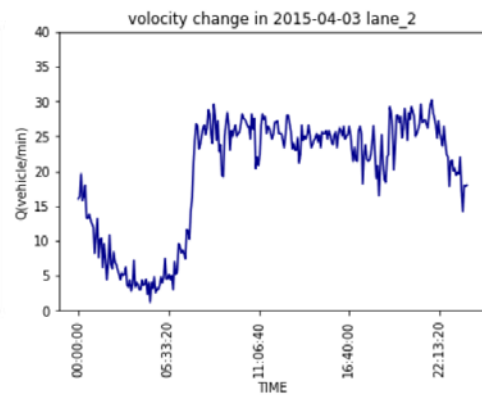
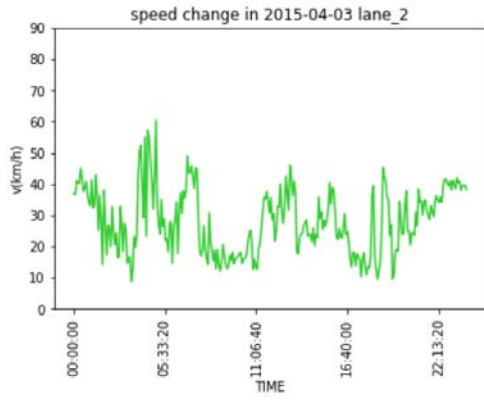


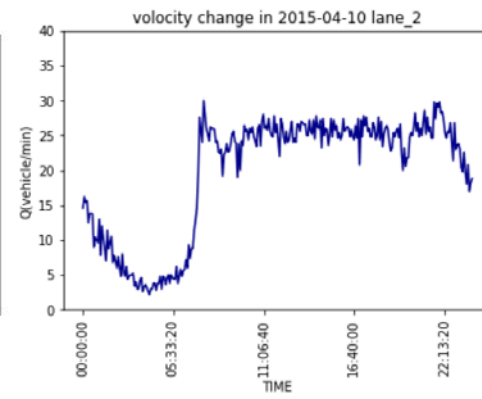
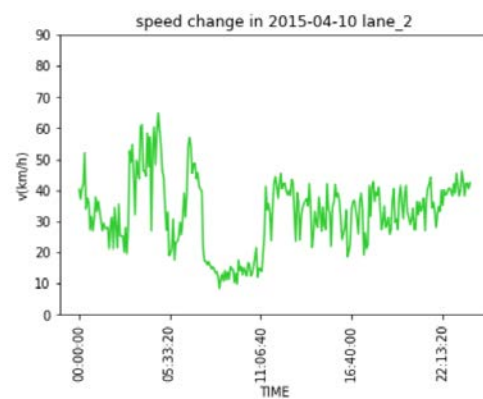
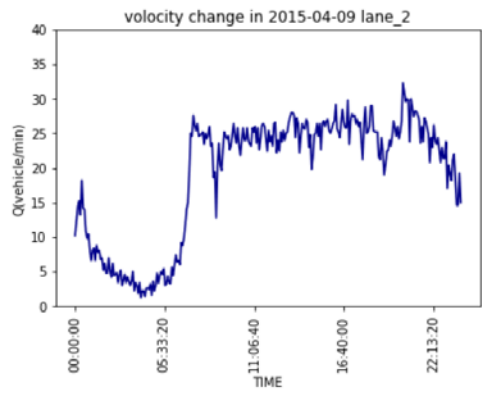
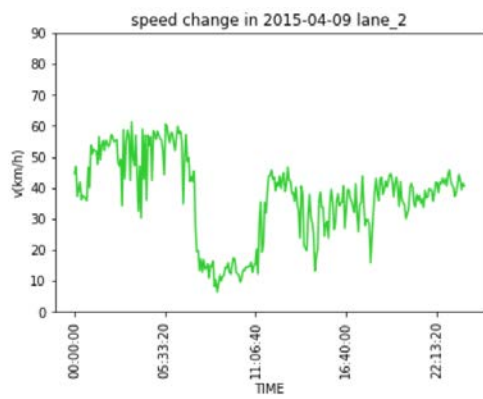
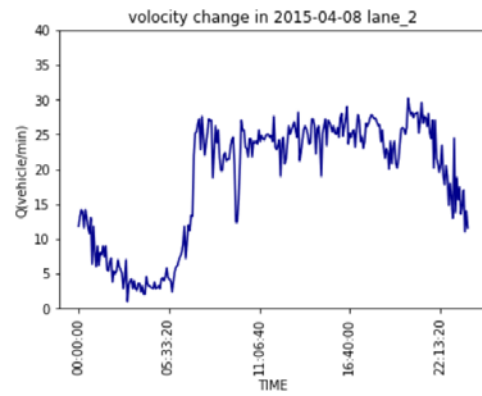
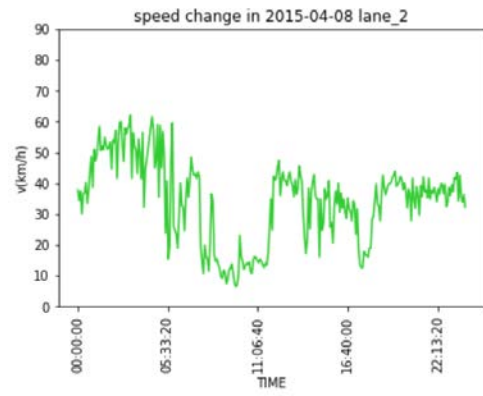
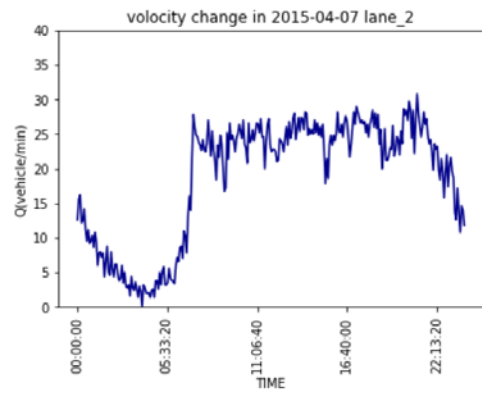
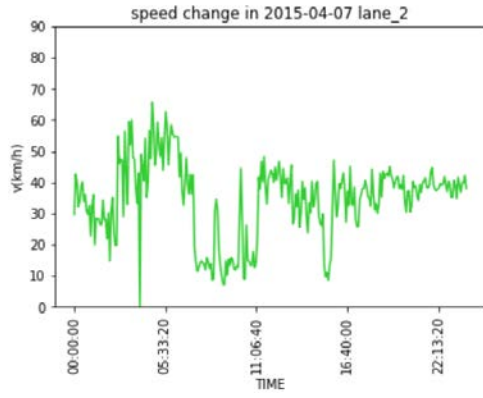


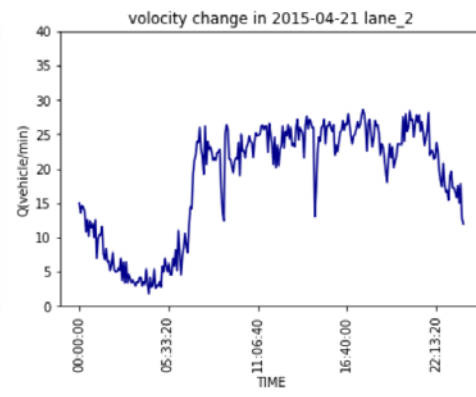
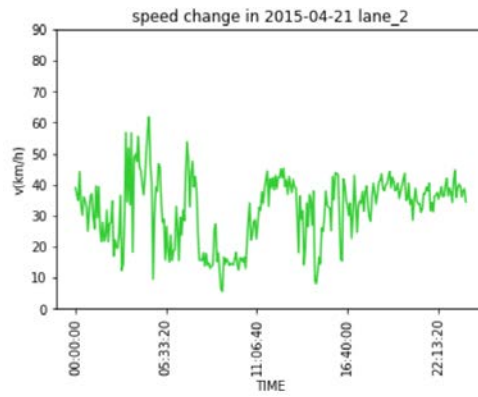
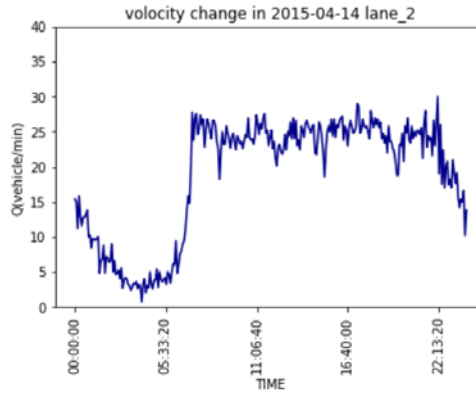
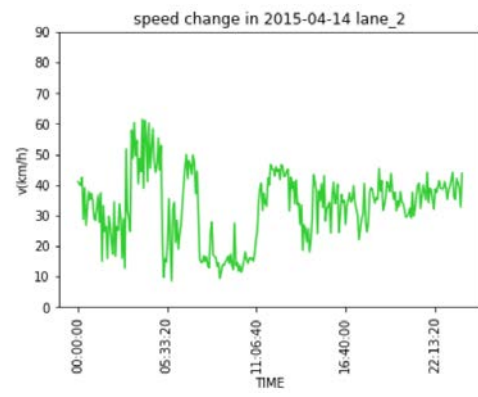
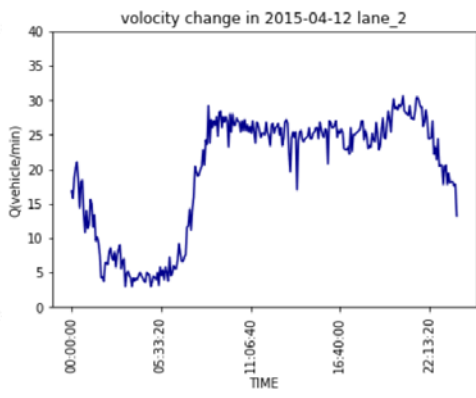
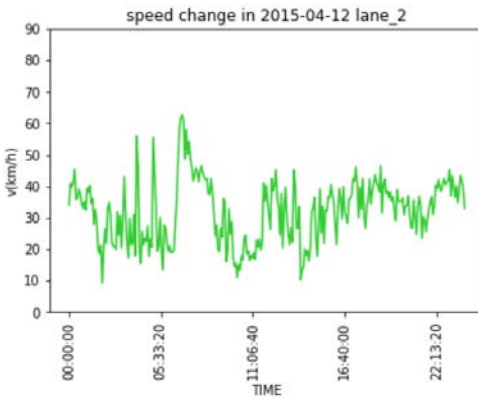
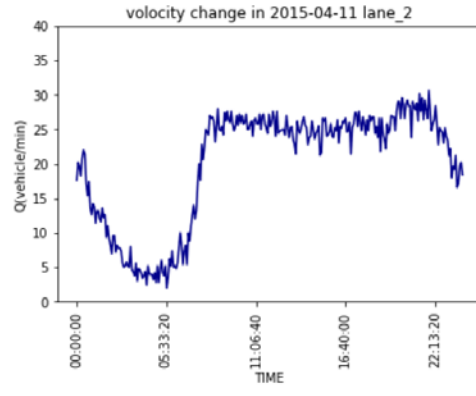
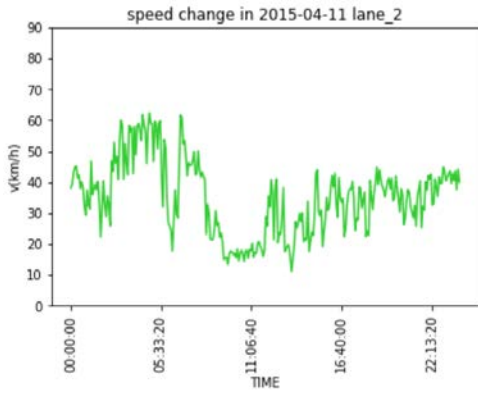


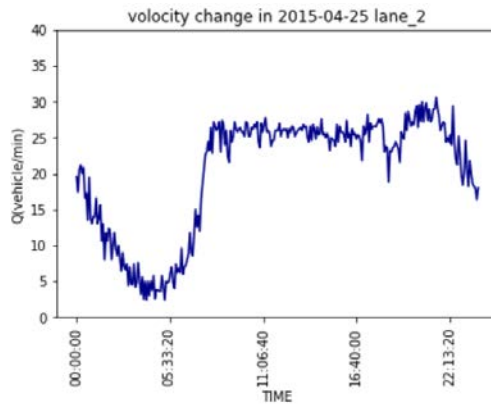
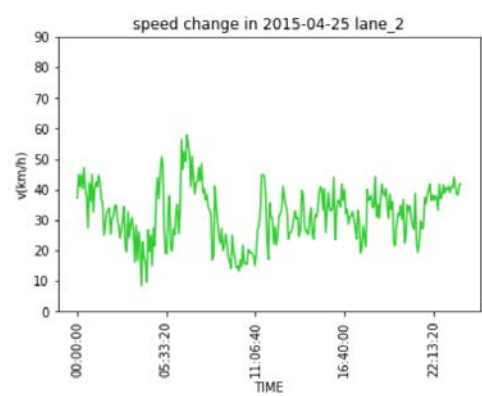
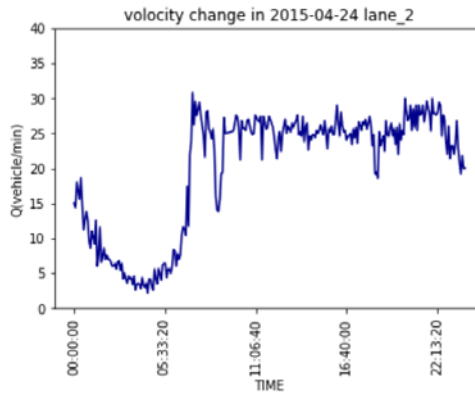
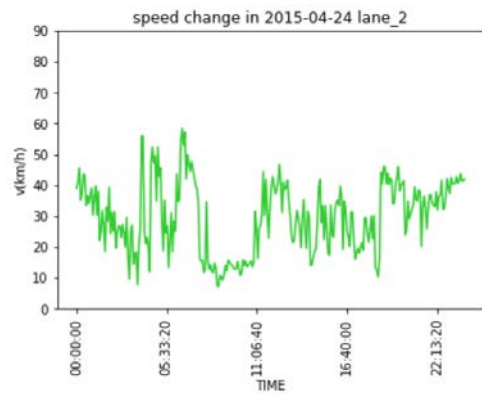
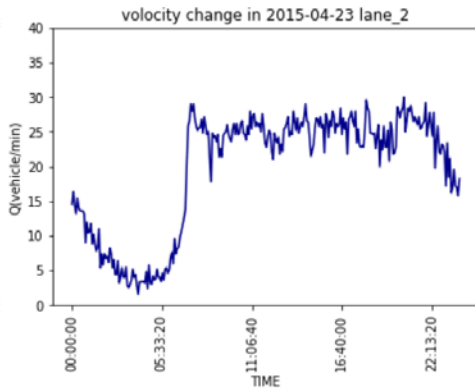
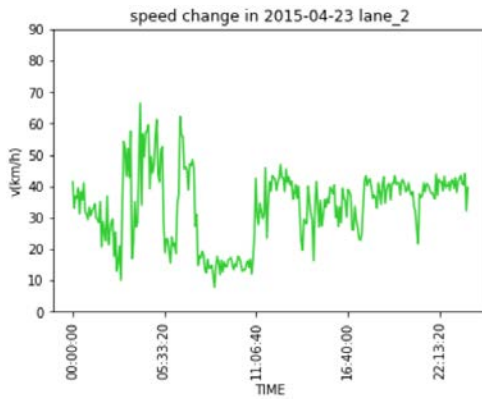
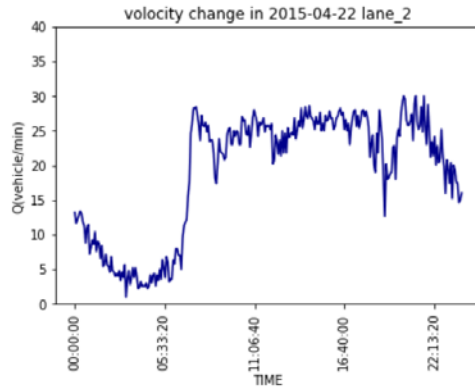
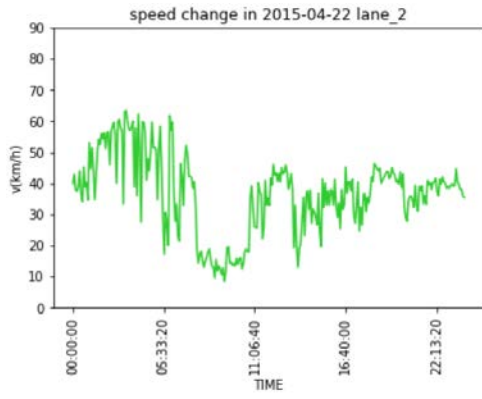
附录 2 3013-722002 速度、流量变化曲线











附录 3 3014-722054 速度、流量变化曲线

